

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**MUĞLA-DALAMAN YÖRESİ SULAMA SULARININ SULAMA SUYU  
KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN  
İNCELENMESİ**

**Resul ALTIN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEMMUZ 2019**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**MUĞLA-DALAMAN YÖRESİ SULAMA SULARININ SULAMA SUYU  
KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN  
İNCELENMESİ**

**Resul ALTIN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEMMUZ 2019**

**ANTALYA**

**T.C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MUĞLA-DALAMAN YÖRESİ SULAMA SULARININ SULAMA SUYU**  
**KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN**  
**İNCELENMESİ**

**Resul ALTIN**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez 08/07/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sahriye SÖNMEZ (Danışman)

Prof. Dr. İbrahim ERDAL

Doç.Dr. İlker SÖNMEZ

.....  
.....  
.....

## ÖZET

### MUĞLA-DALAMAN YÖRESİ SULAMA SULARININ SULAMA SUYU KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Resul ALTIN

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sahriye SÖNMEZ

Temmuz 2019; 32 sayfa

Bu çalışma Muğla-Dalaman yöresi sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişiminin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, Muğla- Dalaman ilçesi sınırları içerisinde 3 yöre (Kapıkargın, Gürköy ve Atakent) belirlenmiş ve her bir yöreden 6'şar örnek olmak üzere 18 noktadan; Ekim-Kasım 2017 (I. Dönem), Şubat-Mart 2018 (II. Dönem) ve Mayıs-Haziran 2018 (III. Dönem)'de olmak üzere üç dönemde toplam 54 adet su örneği alınmıştır. Su örneklerinde Elektriksel iletkenlik (EC), pH, kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ), sodyum ( $Na^{+}$ ), magnezyum ( $Mg^{+2}$ ), potasyum ( $K^{+}$ ), karbonat ( $CO_3^{-2}$ ), bikarbonat ( $HCO_3^{-}$ ), klor ( $Cl^{-}$ ) ve sülfat ( $SO_4^{-2}$ ) analizleri yapılmıştır. Sodyum absorpsiyon oranı (SAR) ve % Na değerleri hesaplanmıştır. Su örneklerine ait analiz sonuçları, kalite parametreleri sınıfları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre; araştırma yöresi sulama sularının orta tuzlu ile çok fazla tuzlu arasında değişen tuzluluk sınıflarına sahip olduğu görülmektedir. SAR ve % Na değerlerinin 1. ve 2. sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Sulama suyu örneklerinin klor içerikleri değişkenlik göstermekle beraber büyük çoğunluğu 1. sınıfta yer almaktadır. Sülfat içerikleri bakımından incelendiğinde ise III. Döneme doğru sülfat değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Tuzluluk ve sülfat yönünden sorun teşkil eden örneklerin özellikle Kapıkargın Mevkiinde olduğu görülmekte, tarımsal üretimde su ihtiyacının artmasıyla kuyulardan yoğun su kullanımı ve yağışların azalmasıyla birlikte değerlerin yükseldiği düşünülmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Elektriksel iletkenlik, SAR, % Na, Dalaman

**JÜRİ:** Prof. Dr. Sahriye SÖNMEZ

Prof. Dr. İbrahim ERDAL

Doç.Dr. İlker SÖNMEZ

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF THE WATER QUALITY OF IRRIGATION WATERS IN MUĞLA-DALAMAN REGION AND INVESTIGATION OF SEASONAL CHANGES**

**Resul ALTIN**

**MSc Thesis in Soil Science and Plant Nutrition**

**Supervisor: Prof. Dr. Sahriye SÖNMEZ**

**July 2019; 32 pages**

This study was carried out to determine the irrigation water quality, and to investigate the seasonal changes of irrigation water in Muğla-Dalaman region.

For this purpose, 3 regions (Kapıkargın, Gürköy and Atakent) within the boundaries of Muğla-Dalaman district were determined and the total number of samples were determined from 18 locations; A total of 54 water samples were taken in three periods, namely, October-November 2017 (1<sup>st</sup> period), February-March 2018 (2<sup>nd</sup> period) and May-June 2018 (3<sup>rd</sup> period). EC, pH, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> analyzes were performed in the irrigation water samples. Sodium absorption rate (SAR) and % Na values were calculated. The analysis values of the water samples were evaluated by comparing them with the quality parameters.

According to the findings; It is observed that irrigation waters have salinity classes ranging from medium to very salty. The SAR and % Na values were determined to be in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> classes. The chlorine contents of the irrigation water samples vary, but the majority of them are in the 1<sup>st</sup> class. When analyzed for sulphate content, it is seen that the sulphate values for the 3<sup>rd</sup> period increase. It is seen that the samples that cause problems in terms of salinity and sulphate are in Kapıkargın Region, and with the increase of water demand in agricultural production, the values increase with the use of water from the wells and the decrease of precipitation.

**KEYWORDS:** Electrical conductivity, SAR, % Na, Dalaman

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Sahriye SÖNMEZ

Prof. Dr. İbrahim ERDAL

Doç. Dr. İlker SÖNMEZ

## ÖNSÖZ

Yaşamsal faaliyetlerimizin devam edebilmesi için insanlar, bitkiler ve hayvanlar kısacası tüm canlılar için su hayattır.

Suya olan yoğun talepten dolayı su kaynakları sınırlı hale gelirken, bir yandan da tarımsal üretimde verim ve kaliteyi arttırmak ve daha fazla alanda ürün desenini genişletmek amacıyla suya olan ihtiyaç gittikçe artmaktadır. Tarımsal üretim alanlarına suyun sağlanması yanında suyun tarımsal sulama kalite parametrelerine uygun olması büyük önem teşkil etmektedir.

Dalaman yöresinde daha önce bu tür çalışmaların yapılmamış olması ve bölgede tarımsal üretiminde bir takım olumsuzlukların yaşanması; Dalaman yöresinde böyle bir çalışmanın yapılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Bu çalışmayla Dalaman yöresi sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen bulguların araştırmacılara yeni araştırmalar için örnek teşkil etmesini, bölge üreticileri için tarımsal üretimlerinde fayda sağlamasını, bölgede yapılacak tarımsal projelere yardımcı olmasını diliyoruz.

Bana bu konuda çalışma imkânı veren danışmanım Sayın Prof. Dr. Sahriye SÖNMEZ'e, sulama suyu analizlerinin yapılmasında yardımcı olan FETLAB Tarımsal Analiz Laboratuvarına, çalışmada tarımsal verileri sağlayan Dalaman Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne, arazide örneklerin alınmasında bana yardımcı olan Zir. Müh. Osman TİLKİ'ye, maddi ve manevi yönden çalışmada destek olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

|                                                      |      |
|------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                            | i    |
| ABSTRACT.....                                        | ii   |
| ÖNSÖZ.....                                           | iii  |
| AKADEMİK BEYAN .....                                 | v    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                 | vi   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                              | viii |
| 1. GİRİŞ .....                                       | 1    |
| 2. KAYNAK TARAMASI .....                             | 3    |
| 3. MATERYAL VE METOD .....                           | 9    |
| 3.1. Materyal .....                                  | 9    |
| 3.1.1. Araştırma Alanının Tanıtılması .....          | 9    |
| 3.1.2. İklim Özellikler .....                        | 11   |
| 3.2 Yöntem ... ..                                    | 12   |
| 3.2.1 Sulama Suyu Örneklerinin alınması .....        | 13   |
| 3.2.2 Sulama Suyu Analiz Yöntemleri .....            | 13   |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                        | 14   |
| 4.1 Sulama Suyu Örneklerinin Analiz Sonuçları ... .. | 14   |
| 5. SONUÇLAR .....                                    | 28   |
| 6. KAYNAKLAR .....                                   | 29   |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                       |      |

## **AKADEMİK BEYAN**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Muğla-Dalaman Yöresi Sulama Sularının Sulama Suyu Kalitelerinin Belirlenmesi ve Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

08/07/2019

Resul ALTIN



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.1.</b> Dalaman İlçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent Yörelerinden Alınan Su Örneklem Noktaları.....                                            | 10 |
| <b>Şekil 4.1.</b> Dalaman İlçesi sulama sularının elektriksel iletkenlik değerlerinin ( $\mu\text{mhos/cm}$ ) dönemlere ve mevkilere göre değişimi ..... | 28 |
| <b>Şekil 4.2.</b> Dalaman İlçesi sulama sularının sodyum absorpsiyon değerlerinin ( $\text{meq/l}$ ) dönemlere ve mevkilere göre değişimi .....          | 20 |
| <b>Şekil 4.3.</b> Dalaman İlçesi sulama sularının % Na değerlerinin dönemlere ve mevkilere göre değişimi .....                                           | 22 |
| <b>Şekil 4.4.</b> Dalaman İlçesi sulama sularının Klor İçeriklerinin ( $\text{meq/l}$ ) dönemlere ve mevkilere göre değişimi .....                       | 23 |
| <b>Şekil 4.5.</b> Dalaman yöresi sulama sularının sülfat içeriklerinin ( $\text{meq/l}$ ) dönemlere ve mevkilere göre değişimi .....                     | 25 |
| <b>Şekil 4.6.</b> Dalaman yöresi sulama sularının kalıcı sodyum karbonat değerlerinin ( $\text{meq/l}$ ) dönemlere ve mevkilere göre değişimi .....      | 27 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 3.1.</b> Dalaman İlçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınan su örneklem noktalarının bazı özellikleri .....                                                                                     | 11 |
| <b>Çizelge 3.2.</b> Dalaman Meteoroloji İstasyonunda ölçülen 2017-2018 yıllarına ait meteorolojik veriler (ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, aylık yağış) (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2019) ..... | 12 |
| <b>Çizelge 4.1.</b> Dalaman İlçesinde üç farklı yöreden (Kapıkargın, Atakent ve Gürköy) alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları .....                                                                           | 15 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> A.B.D Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954)<br>sınıflandırma sistemine göre Dalaman İlçesi sulama sularının tuzluluk (EC)<br>sınıflarının % dağılımları .....                             | 19 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954)<br>sınıflandırma sistemine göre Dalaman İlçesi sulama suyu örneklerinin SAR<br>sınıflarının % dağılımları .....                              | 20 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954)<br>Tuzluluk ve SAR değerlerine göre Dalaman İlçesi sulama suyu kalite sınıflar .....                                                         | 21 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Christiansen vd. (1977)'na göre Dalaman ilçesi sulama suyu<br>örneklerinin % Na sınıflarının % dağılımları .....                                                                                     | 23 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Christiansen vd. (1977)'na göre Dalaman ilçesi sulama suyu<br>örneklerinin Klor (Cl <sup>-</sup> ) sınıflarının % dağılımı .....                                                                     | 24 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> Schofield'a (Sönmez ve Kaplan, 1996) göre Dalaman ilçesi sulama<br>suyu örneklerinin sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) sınıflarının % dağılımı .....                                           | 25 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> Eaton (1950)'a göre Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin kalıcı<br>sodyum karbonat (RSC) değerlerinin dağılımı .....                                                                              | 26 |

## 1. GİRİŞ

Türkiye, tarım ve tarıma dayalı sanayide çalışan nüfus bakımından dünya ülkeleri arasında ön sıralarda olmasına rağmen sulama, gübreleme ve zirai uygulamaların bilinçsiz ve düzensiz yapılması ve tarım alanlarındaki drenaj yetersizliği nedenleriyle birim alandan istediği miktarda rekolte alamamaktadır.

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için birtakım ihtiyaçlarını karşılamaları zorunludur. Bu ihtiyaçların karşılanmasında faydalanan en önemli doğal kaynaklar toprak ve sudur. Toprak ve su canlılara besin kaynağı olmasının yanında onlara yaşama ve çoğalma için uygun ortam sağlamaktadır.

Sulama suyu bitkilerin ihtiyacı olan hidrojen ve oksijeni içermekle birlikte, iyi bir çözücü olarak bünyesine aldığı bitki besin maddelerini önce kök bölgesine oradan da bitkide kullanılacak organlara taşımaktadır. Bu yüzden su tabiatıta saf halde bulunmayıp içerisinde tuz denilen birçok çözünmüş katı madde içermektedir.

Su; bitkiler için gerekli besin maddesi olması yanında biyolojik olaylardaki rolü, biyokimyasal reaksiyonlara ortam oluşturması, besin maddelerini eritip taşıması gibi bitki gelişimini etkileyen ve verimliliği arttıran bir etkidir.

Tarımsal üretimde ürün miktarının arttırılması, ancak bitki gelişimini etkileyen faktörlerin sağlanmasıyla yapılabilmektedir. Sulama bitki gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Doğal koşullarda yağışlar, bitkilerin su ihtiyaçlarını karşılayamadığı için sulama bitki gelişimi için büyük bir önem teşkil etmektedir.

Sulama; tarımda toprak verimliliği ve ürün miktarını arttırmanın yanında tek desenli bitki çeşidinden çok desenli bitki çeşidi yetiştirilmesine olanak sağlamakta, su ihtiyacı fazla olan ürünlerin yetiştirilmesini mümkün kılmaktadır.

Tarım alanlarında kullanılacak kaliteli bir sulama suyu, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini yeterli düzeyde ve uygun oranlarda bulunduran ve bitki gelişimini sınırlandıran maddeleri içermeyen veya az miktarda içeren sulardır.

Suyun çeşitli amaçlar için kullanımına uygunluğunu belirtmek için, “su kalitesi” deyiimi kullanılmaktadır. Sulama suyu kalitesinin uygun olması tarımda elde edilecek verimin yükselmesi bakımından son derece önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sulama suyu kalite parametrelerinin içerisinde en önemli faktörlerden bir tanesi sulama sularının içerdikleri tuz miktarıdır. Sulama sularında düşük veya yüksek miktarda erimiş katı madde yani tuz içermeleri, bu sulama sularının tarımsal amaçlı kullanılmasıyla birlikte toprak ve bitki faktörlerinin nasıl etkilenecekleri üzerine çalışmalar, özellikle son yıllarda büyük bir önem teşkil etmektedir. Sulama suları ile toprağa ulaşan tuzlar tarla topraklarında zaman içerisinde çoraklaşma eğilimi göstermektedir. Bitkiler tarafından çok az bir kısmı alındığı için, zaman ile toprak içerisinde birikmelere sebep olmaktadır. Toprak içerisinde bir cins tuzun artması bitkiler tarafından bir diğerinin su ile alınmasını da zorlaştırmaktadır. Yeterli kış yağışlarının veya düzenli yıkanmaların gerçekleşmediği durumda bu topraklar verimliliklerini

kaybetmekte ve ekonomik boyutu yüksek uygulamaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde tarımsal sulama için kullanabileceğimiz yeterli miktarda yeraltı ve yerüstü su kaynağı bulunmamaktadır. Bununla birlikte dünyada olduğu gibi ülkemizde de sanayi ve diğer etkenler nedeniyle, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kalite parametreleri gittikçe kötüleşmektedir. Tükenme tehdidi altında bulunan toprak varlığı ve su kaynaklarının potansiyellerinin bilinmesi ve korunması üzerine plan ve program hazırlanması büyük bir önem teşkil etmektedir.

Kullanım amaçlarının çeşitliliği bir yana, su kalitesini belirleyen etmenlerin sonsuzluğu bugün için yeterli olan su kalitesi ölçütlerinin sürekli yenilenmesi gerektiği gerçeğini ortaya koymaktadır. Bu konuda karşılan bir başka zorluk da coğrafya, iklim ve jeoloji gibi çok fazla değişken doğal koşulların, su kalitesini etkilemesi ve standart oluşturulmasını daha karmaşık bir pozisyona getirmesidir (Munsuz ve Ünver 1995).

Çalışmada konu olan Dalaman ilçesinin yüzölçümü 752.72 km<sup>2</sup> 'dir. İlçenin rakımı (Hükümet Konağı) 13.90 m, kıyı uzunluğu 90.06 km'dir. İlçenin ekonomisi turizmin yanında büyük ölçüde tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi; 2018).

Dalaman'ın toplam tarım alanı 162348 dekar olup bunun % 55'i (88630 dekar) sulu tarım alanı, % 45'i ise (73718 dekar) kuru tarım alanı niteliği taşımaktadır. Özellikle sulanabilen tarım alanlarımızda iklim ve toprak yapısının uygunluğu nedeniyle polikültür tarım yapılmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi; 2018).

Bitkisel üretim şekline göre Dalaman ilçesinin toplam arazi varlığı 162348 dekar (%100) olup; tarla arazisi 50950 dekar (% 31.38), nadasa bırakılan 1448 dekar (% 0.91), sebze arazisi 2200 dekar (% 1.35), sera alanı 328 dekar (% 0.20), nar arazisi 1500 dekar (% 0.92), narenciye arazisi 12816 dekar (% 7.89), zeytin arazisi 60000 dekar (% 36.95), diğer meyve arazileri 2062 dekar (% 1.2), kullanılmayan arazi ise 31039 dekar (% 19.11) olarak belirlenmiştir Bu tarım alanlarının; 16500 dekar alanında buğday (sulu), 4100 dekarında slajlık mısır, 1500 dekarında karpuz, 98590 dekarında limon, 138040 dekarında portakal, 3900 dekarında mandalina, 8830 dekarında greyfurt yetiştirilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi; 2018).

İlçenin sulama suyu ihtiyacı yeraltı kuyuları ve Dalaman çayından sulama kanalları vasıtası ile sağlanan sulama suyundan sağlanmaktadır. Son yıllarda iklim değişikliği, yağışların azlığı ve daha fazla alanın sulamaya açılması yer üstü ve yer altı su kaynaklarının su seviyelerinin azalmasına sebep olmuştur. Özellikle yer altı suların da büyük değişimler meydana gelmeye başlamıştır. Bazı bölgelerde örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanlarda verim ve kalite düşmüş, yörede en fazla yetiştiriciliği yapılan narenciye ürünlerinde verim ve kalitede düşüşler gözlemlenmiştir.

Bu çalışma ile Muğla-Dalaman ilçesinde sulama sularından kaynaklandığı düşünülen problemlerin çözülmesi ve gerçekten problem olup olmadığının ortaya konulabilmesi için, yörede sulamada kullanılan sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Yeryüzündeki su kaynaklarının yaklaşık olarak % 99.4 ( $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$ )'ü yer üstü, % 0.6'sı yer altı suyudur. Yer üstü su kaynaklarının % 97'si tuzlu deniz suyudur. Tatlı su miktarı ise, toplam su kaynaklarının % 2'sini teşkil eder. Toplam tatlı su kaynaklarının % 78'i yer üstü, % 22'si ise yer altı suyudur. Fakat yer üstü su kaynaklarının çok önemli bir bölümü, toplam tatlı su kaynaklarının % 77'si kutuplar ve diğer bölgelerde buz formu olarak bulunmaktadır. Bu durumda sulama, içme, kullanma ve endüstriyel amaçla ihtiyaç duyulan suyun % 0.03'ü göller ve % 0.003'ü akarsularda ve çok az bir kısmı ise yer üstü su kaynaklarında bulunmaktadır. Bununla beraber, % 22 ( $9 \times 10^6 \text{ km}^3$ )'lik çok önemli bir kısmı da yeraltı suyu olarak tüketilebilecek durumdadır (Bear ve Cheng 1999).

Dünyada en çok su tarımda kullanılmaktadır. Ülkelerin gelir durumlarına göre sanayide su kullanımı değerlendirildiğinde % 10'dan % 59'a kadar çıktığı görülmektedir (Seckler 1996).

Ülkemizin yıllık ortalama kullanılabilir su potansiyeli 112 milyar  $\text{m}^3$  olup, bu potansiyelin % 16'sı içme ve kullanımda, % 12'si sanayi alanında ve % 72'si tarım alanında sulama suyu olarak kullanılmaktadır (Anonymous 2007). Su kaynakları yönetiminde en önemli unsur tarımsal sulama suyudur. Bu hususta su kullanım etkinliğinin artırılması ve su tasarrufu sağlanması büyük önem arz etmektedir. Bunun için arazilerde uygun sulama yöntemleri ve uygun su dağıtım sistemlerinin seçilmesi oldukça önemlidir.

Dünya nüfusunun yaklaşık olarak % 70'i deniz kıyısı ve kıyıya yakın bölgelerde yaşamaktadırlar. Bu bölgelerde nüfus ve kentsel yerleşimin artması, tarımsal endüstriyel etkinliklerinin de artmasına neden olmaktadır. Bu artışın en büyük etkisi ise yeraltı sularının içme, kullanma ve tarımsal açıdan kalitelerinin bozulmasına sebep olmaktadır (Jones vd. 1999).

Kıyı bölgelerde açılan kuyular zamanla aşırı pompalamayla deniz suyunun girişi nedeniyle su kalitesini bozmakta ve bu kuyuların terk edilerek atıl duruma gelmesine neden olmaktadır. Kıyı bölgelerde kalan kuyuların klor konsantrasyonunun 250 mg/l'den yüksek olduğu görülmekte, deniz suyunun etkisi doğrudan gözlenebilmektedir (Gualbert 2001; Demirel 2004).

Tuzluluk, dünya genelinde önemli sorunların başında gelmektedir. Birçok alanda tuzluluk nedeniyle tarımsal üretim azaltılmakta veya tamamen terk edilmektedir. Sulama yapılan ülkelerde toplam sulanan alanların yaklaşık olarak üçte biri tuzluluktan etkilenmiş veya etkilenmesi beklenilmektedir. Bu oranların Irak'ta % 50, Mısır'da % 30, Hindistan'da % 27 ve Çin'de % 15'lere ulaştığı ifade edilmektedir (Özkaldı vd. 2004).

Günümüzde dünya genelinde sulanan 230 milyon ha tarım alanının yaklaşık olarak 45 milyon ha kısmı tuzluluktan etkilenmiştir (Martinez vd. 2005).

Kavramsal olarak su kalitesi; su kaynağının özel bir amaçla kullanımını etkileyecek olan karakteristiklerine işaret etmektedir. Kalite; bazı kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerle belirlenebilir (Ayers ve Westcot 1994).

Tarımsal su kullanımı, yerüstü suları ve yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Suyun kirlenmesine neden olan kirleticiler sediment, bitki besin maddeleri, eriyen, erimeyen tuzlar, patojenler, tarımsal ilaçlar ve toksik iz elementler olarak belirtilebilir. Tarımsal sulama suyu ile taşınan kimyasal maddeler, peptisitler ve gübreler kirlilik tehdidi oluşturabilirler (Yıldırım ve Çakmak 1999).

Kirlilik sorunu kirletici etmenlerle beraber ele alınmalıdır. Su kaynakları havza bazında değerlendirilmeli, kirletici kaynakların havzanın tamamında su kalitesini etkilediği gerçeği dikkate alınmalıdır (Kendirli vd. 2005).

Sulama suyu kalitesi bitki gelişimine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde etki etmektedir. Doğrudan etkisi, sulama suyunun bitki özsuundaki basıncı değiştirmesi, dolaylı etkisi ise toprak özellikleri üzerindeki olumsuz etkiyle toprak verimliliğini düşürmesi sonucu oluşmaktadır (Ayyıldız 1976).

Kumluca ve Finike Yörelerinin sera sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; elde edilen bulgulara göre çalışma yapılan bölge suları genelde orta tuzlu veya fazla tuzludur. Sulama suyu örneklerinin çoğunluğu SAR ve % sodyum bakımından 1. Sınıfta yer alıp sorun teşkil etmemektedir (Sönmez ve Kaplan 1996).

Sulama suyu kalite kriterleri dört grupta toparlanabilir. Bunlar; sodyum (Na) iyonunun diğer katyonlara nispi oranı, eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu, bor (B) gibi toksik iyonların konsantrasyonu, kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) konsantrasyonu ile ilgili olarak bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) iyon konsantrasyonudur (Ayyıldız 1990). Örnek bir çalışmada, Türkiye'nin önemli tarımsal üretim merkezlerinden olan Amik ovasının yerüstü ve yeraltı suları nitelik yönünden değerlendirilmiştir ve sürdürülebilir tarım için alınması gereken önlemler tespit edilmiştir. Edinilen veriler son yıllarda yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının niteliklerinin önemli ölçüde bozulduğunu göstermektedir. Amik Ovasının en önemli su kaynaklarından olan Asi Nehri ve diğer nehirler uzun yıllık veriler ile değerlendirildiğinde, tuz değerlerinin hızla artma eğiliminde olduğu görülmektedir (Ödemiş vd. 2007).

Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla birlikte yapılabilecek tarım teknikleri ve uygulanabilirliği de kısıtlanmaktadır. Sulama ile birlikte bitki kök bölgesine iletilen ve burada biriken tuzlar, belli bir süre sonra buradan uzaklaştırılmalıdır. Bir başka ifadeyle tuzlu suların kullanıldığı alanlarda sorunsuz bir tarım isteniyor ise, sulama mevsimi boyunca biriken tuzların kış yağışı ile yıkanabiliyor olması veya bu durum mümkün değil ise iyi kaliteye sahip sulama suyu ile yıkanarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Aksi takdirde bitki kök bölgesinde biriken tuzlar toprak verimliliğini azaltmakta ve bitki gelişimini sınırlamaktadır. Tuzlu taban suyunun yüzey suları ile karıştırılarak tekrar sulama suyu olarak kullanılması taban suyu yönetiminde kullanılan bir yöntemdir. Fakat bu şekilde sulama yapılabilmesi için bitki türü, sulamada kullanılacak suyun tuzluluk düzeyi, bitkilerin hassas oldukları dönemler ve iklim etkisi ve taban suyunun tuzluluk düzeyi belirlenmelidir (Yurtseven 1997; Kara ve Apan 2000).

Su kaynaklarının kirlenmesi son yıllarda artmaktadır ve yoğun bilimsel araştırmalara sahne olmaktadır. Yerköy Ovası yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının birbiriyle olan ilişkisini saptamak için yapılan çalışmada, Mn konsantrasyonunun olması gereken maksimum sınır değerini aştığı ve bunun nedeninin litosferik olduğu saptanmıştır (Çelik ve Arıgün 2001).

Gümöldür yöresinde deniz suyunun 1050 m'ye uzaklığa kadar geldiği ve bunun satsuma çeşidi mandalının gelişimini, kalitesini ve verimini etkilediği saptanmıştır (Kukul 2000).

Çakır ve Gidişoğlu (1997); EC değeri 7.2 dS/m ve SAR değeri 15-26 olan Ergene nehri suyu ile EC değeri 0.8 dS/m ve SAR değeri 0.87 olan şebeke suyu kullanılarak yapmış oldukları çalışmada, birinci yıl sonunda şebeke suyu ile sulanan toprağın EC değerinin 0.5-0.6 dS/m sınırlarında olmasına karşılık, nehir suyu ile sulanan toprağın EC değerinin 6-8 kat artış ile 8-10 dS/m'ye ulaştığını tespit etmişlerdir.

Ülkemizde sulama için yeterli miktarda su kaynağı bulunmamaktadır. Bununla birlikte tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sanayi, tarım ve diğer etkenler sonucunda yeraltı ve yer üstü su kaynaklarının kalitelerinin zamanla kirlendiği görülmektedir. Bu durum, kirlenen su kaynaklarımızın tekrar kullanılabilmesi için çalışmaların yapılmasına neden olmuştur (Sönmez ve Kaplan 1996).

Domates bitkisi üzerinde yapılan bir araştırmada, sulama suyunda deniz suyu konsantrasyonunun armasıyla birlikte; bitki boyunda, meyve sayısında, sap çapında azalmalar görülmesiyle birlikte suda çözünmüş kuru madde oranında artış olduğu belirlenmiştir (Konukçu 1992).

Kaplan vd. (1999) yaptıkları çalışmada, yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$  ve EC değerleri arasında % 1'lik düzeyinde pozitif korelasyon bulunduğunu saptamışlardır. Tuzlu suların sulama suyu olarak kullanılmasının önerilmemesine rağmen, kullanılması durumunda yüksek dozda azot sağladığından dolayı, kullanılması durumunda gübreleme programı hazırlanır iken bu durumun göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Mhalanga vd. (2006) sulama sularının tekrar kullanımında mevsimsel değişimin etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, Mbuluzi nehrinden Mart 2003- Mart 2005 tarihleri arasında mevsimsel olarak su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde; toplam çözülebilir katılar, magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) değerlerinin sonbaharda en düşük değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Alınan suların EC, SAR, K ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerlerinin istatistiksel olarak mevsimsel değişimlerden etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Sonbahardaki istatistiksel farklılığın sebebinin ise; sulama döneminde yapılan gübrelemeler ve aşırı sulamanın sonbahardaki yağışların da etkisiyle birlikte topraklardaki sodyumu daha çok çözmesi ve çözünen sodyumun drenaj kanallarına karışmasından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Suudi Arabistan'da yeraltı su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma da, 101 kuyundan su örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin analiz sonuçlarına göre; EC değerlerinin 1230  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile 5050  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değerleri arasında değişim gösterdiği ve C3S1 ile C4S2 sulama suyu sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Bölgede yapılacak tarımsal

üretimde tercih edilecek bitkilerin; tuzluluğa dayanıklı, sodyuma orta dayanıklı olması gerektiği önerilmiştir (Al-Zarah 2008).

Yıldıztekin (2007) Muğla Karabağlar yöresinin kuyu sularının sulama suyu kalitesini ve ağır metal içeriklerini incelediği çalışmada, kuyu sularından dört mevsim boyunca su örneği almıştır. Alınan sulama sularının kalitesinin sonbahar mevsiminde % 30'unun C2S1; % 70'inin C3S1, kış mevsiminde % 50'sinin C2S1; % 50'sinin C3S1; ilkbahar mevsiminde % 40'ının C2S1; % 60'ının C3S1; yaz mevsiminde ise % 35'inin C2S1; % 65'inin C3S1 sınıfına girdiğini belirlemiştir. Mevsimsel olarak alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde; ağır metal ve iz elementlerden Fe, Mn, Cu, Ni, Co, Cd konsantrasyonlarının izin verilen sınır değerleri aşmadığı ve B konsantrasyonlarının tüm kuyularda 1. sınıf sulama suyu özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin, sorgum bitkisinin verimi ve toprak tuzluluğu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; sulama suyu tuzluluklarının artması ile iki slajlık sorgum çeşidinin bitki boylarının kısaldığı, dolayısıyla yeşil ve kuru ot veriminin azaldığı, ham protein oranlarında da azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir. Özellikle 9 dS/m ve 12 dS/m'lik suyla sulanan bitkilerde kuru ve yeşil ot verimlerinde; 3 dS/m'lik suyla sulanan bitkilerde ham protein oranlarında azalmaların başladığı ve sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla ham protein oranlarındaki düşüşün artarak devam ettiği gözlemlenmiştir. Sulama suyu tuzluluk oranının artışına paralel olarak da toprak tuzluluğunda artışların meydana geldiği saptanmıştır (Parlak ve Özasan Parlak 2005).

Arsan vd. (2007), Bafra ovasının yeraltı su kalitesini değerlendirmek amacı ile yaptıkları çalışmada; Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 10 adet sondaj kuyusundan su örnekleme yapmışlardır. Alınan su örneklerinin analizleri sonucunda; 1 tanesinin çok yüksek tuzlu ve orta sodyumlu, 1 tanesinin çok yüksek tuzlu ve düşük sodyumlu, 1 tanesinin yüksek tuzlu ve orta sodyumlu ve 5 tanesinin ise çok yüksek tuzlu ve çok yüksek sodyumlu sular olduklarını belirlemişlerdir.

Dişli (1997), Antalya ili Kale yöresinde yeraltı sularının kalitesini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada; alınan sulama sularının çoğunluğunun III. ve IV. sınıf sulama suları olduklarını belirlemiştir. Bu suların tarımsal üretimde kullanılmasının sakıncalı olduğunu, ancak kullanılmasının zorunlu olduğu durumlarda tuza dayanıklı bitkilerin tercih edilmesi ve özel drenaj önlemlerinin alınarak üretime devam edilmesi gerektiğini önermiştir.

Varol vd. (2005), Tekirdağ'da Mart ve Nisan aylarında sulama suyu kalitesini belirlemek için 9 adet sulama suyu örneği almışlar, yapılan analizler sonucunda; sulama sularının 1 tanesinin C3S1 sınıfına, 8 tanesinin ise C2S1 sınıfına girdiğini belirlemişlerdir. Su örneklerinin ortalama EC değerlerinin 603  $\mu$ S/cm, pH'larının 7.33, Cl konsantrasyonunun 2.31 meq/L, toplam sertliğinin 23.69 CaCO<sub>3</sub>/L, çökeltme indeks değerinin 0.14 ve sodyum karbonat değerinin 0.08 meq/L olduğunu tespit etmişlerdir.

Zengin vd. (2002), Konya kapalı havzasının sulama suyu kalitelerini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada; yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından Temmuz ve Ağustos aylarında 15'er adet su örnekleri almışlardır. Yaptıkları analizler sonucunda; yeraltı sularının çok yüksek EC değerine sahip olmasından dolayı 2 sulama suyunun



kullanılmasının sakıncalı olduğunu, yerüstü su kaynağına ait bir örneğin pH değerinin sulama suyu açısından sakıncalı olduğunu bulmuşlardır. Tüm yerüstü sularının SAR, B, EC ve RSC değerlerinin sulamaya uygun olduğunu; yeraltı sularının pH değerlerinin ve B konsantrasyonlarının yerüstü sularına göre düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Yerüstü sularının ise EC, toplam anyonlar ve katyonlar, SAR, RSC değerlerinin yeraltı sularından daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Kurunç vd. (2005) Yeşil Irmak Nehri debi değişiminin su kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada, Yeşil Irmak nehrinin debisinin en yüksek olduğu Mart, Nisan ve Mayıs ayları ile debinin düşük olduğu Haziran ve Şubat aylarında su örneklemeleri yapmışlardır. Analizler sonucunda; su kalitesi parametrelerinin genelinde debinin düşük olduğu dönemlerde yüksek, debinin yüksek olduğu dönemlerde düşük değerlere sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Antalya yöresi kuyu sularının tuzluluk durumlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, analizler sonucunda Kumluca ilçesindeki suların % 37.52'sinin C2, % 62.5'sinin C3, Finike'de % 75'sinin C2, % 14.3'ünün C3, % 10.7'sinin C4, Demre'de % 1.2'sinin C1, % 22.6'sının C2, % 73.8'inin C3 ve % 2.4'ünün de C4 sınıfına girdiği belirlenmiştir. Çalışmada; Demre, Finike ve Kumluca yörelerindeki su örneklerinin SAR ve % Na bakımından herhangi bir sorununun olmadığı ve 1. sınıfta yer aldıkları belirtilmiştir (Sönmez vd. 2004)

Tarım alanlarında tuzluluk oluşumu ve bitkiler ile çevre üzerine etkileri konusunda yapılan çalışmada, özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşmanın tuzluluk oluşumunu etkilediği belirtilmiş ve düşük kaliteli suların tarımda kullanılması, hatalı sulama yöntemleri, yetersiz drenaj, fazla ve yanlış gübre tüketimi gibi tarımsal uygulamalar sonucunda yapay tuzlanmanın meydana geldiği ifade edilmiştir. Tarım alanlarında tuzluluğu gidermenin en uygun yolunun iyi bir drenaj sistemi kurarak yıkama yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Ancak yıkama işlemi sonucunda yer altı sularının tuz içerdiğini artırdığı ve özellikle su kaynakları için kirlетici unsur olduğunun unutulmaması gerektiği belirtilmiştir (Üras ve Sönmez 2010)

Nijerya Sokoto-Rima Havzasında yeraltı su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; EC değerlerinin 48-607  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH değerlerinin 5.7 ve 6.1, SAR değerlerinin 0.2 ile 1.4, toplam çözünmüş katı madde miktarının 38 mg/L ile 486 mg/L arasında değiştiği belirtilmiştir. SAR değerinin düşük olmasıyla toprakta sodyum zararı riskinin az olacağı öngörülmüş; nitrat konsantrasyon değerlerinin bazı yeraltı sularında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin ise o bölgelerde yüksek miktarda azotlu gübreleme yapılmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Graham vd. 2006).

Aksaray ili yerüstü su kaynaklarının su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; su kaynaklarının sulama suyu kalite parametreleri açısından çoğunluğunun orta derece tuzlu ve düşük sodyumlu (C2S1) sulama suyu kalite özellikleri taşıdığı belirtilmiştir (Kavurmacı vd. 2008).

Demre Yöresi seralarında toprak ve sulama sularının tuz içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, Demre yöresinden seçilen 28 seradan 3 dönemde iki derinlikte toprak örneği alınmış ve bu 3 dönemde sulamada kullanılan sulardan da örnekleme yapılmıştır. Alınan toprak ve su örneklerinin analizleri sonucunda; sera

topraklarının 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerinde genellikle orta ve fazla tuzlu sınıfa; sera sulama sularının ise genellikle orta tuzlu (C2) ve fazla tuzlu (C3) sınıfa girdiği belirlenmiştir. Toprak örneklerinin dönemler arasında tuzluluk düzeylerinde farklılık olmamakla birlikte sera topraklarının tuz bakımından sorunlu olduğu tespit edilmiştir. Sera sulama sularının ise genelinin tuz yönünden sorun teşkil edecek nitelikte olduğu saptanmıştır ( Sönmez ve Kaplan 2004)



### 3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde araştırmada kullanılan materyal ile arazi ve laboratuvar çalışmalarında kullanılan yöntemler verilmiştir.

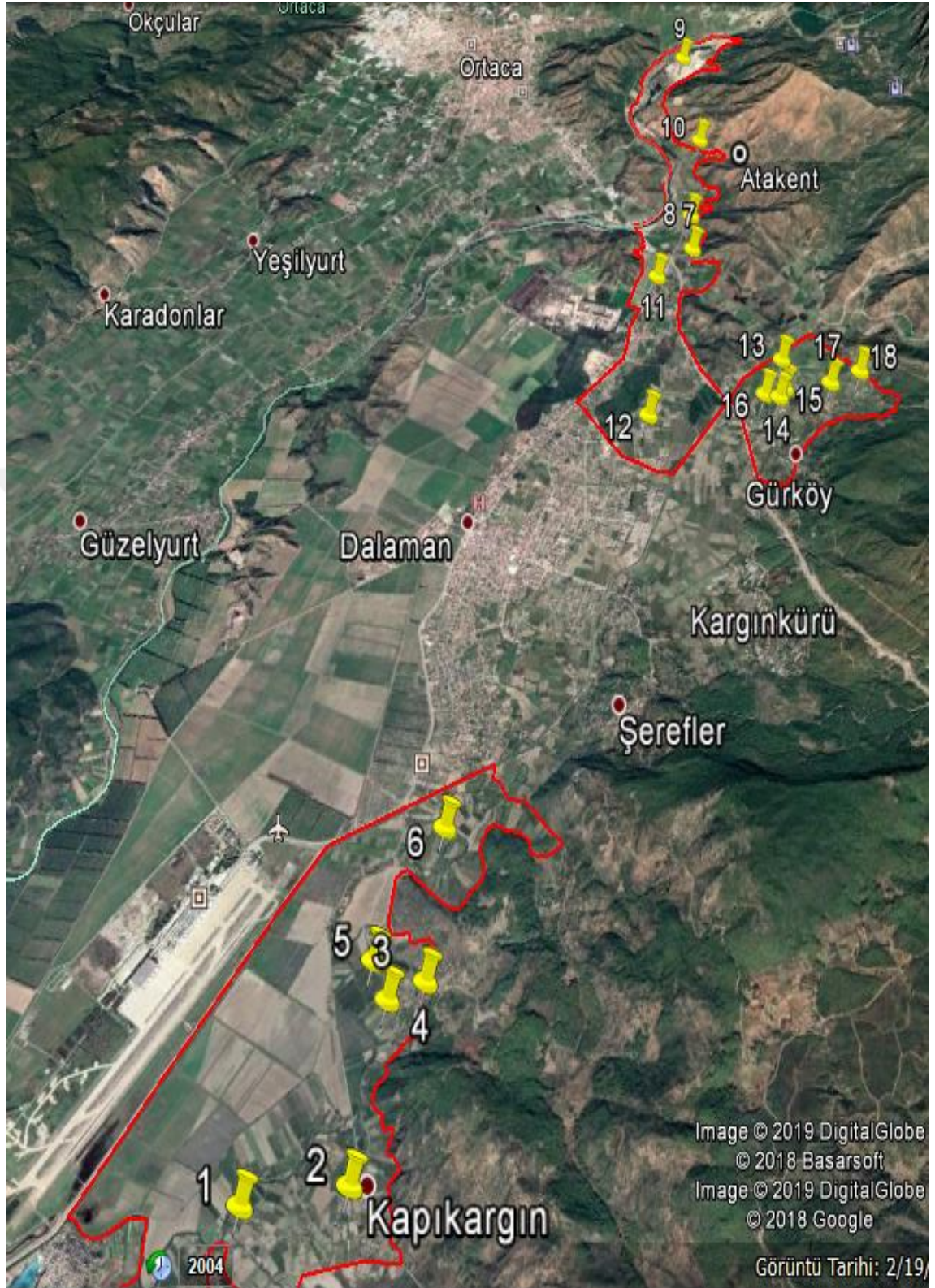
#### 3.1. Materyal

Çalışmada, Dalaman ilçesinde tarımsal üretimde kullanılan su kaynaklarından su örnekleri alınarak materyal olarak kullanılmıştır. Bu amaçla; Dalaman ilçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden 6'şar tane olmak üzere toplam 18 farklı noktadan 3 farklı dönemde 54 adet su örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.1).

##### 3.1.1. Araştırma alanının tanıtılması

Dalaman; Ülkemizin Güney Ege Bölgesi'nde, Muğla ilinin güneydoğusundadır. Güneyinde Akdeniz, kuzeyinde ve batısında Toros Dağları ile çevrilidir. Çalışma alanını, Muğla İli Dalaman İlçesinin sınırları içerisinde yer alan Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yöreleri oluşturmaktadır. Bu alanlardan Atakent yöresinin, büyük bir bölümü Dalaman Çayı boyunca uzanmakta, doğusunda orman alanları, güneyinde yerleşim alanları ile narenciye bahçeleri bulunmaktadır. Gürköy yöresi, Atakent yöresinin güney doğusunda kalan bölge olup, bu alanda yoğun olarak narenciye bahçesi ve yer yer sera alanları bulunmaktadır. Kapıkargın yöresi ise çalışma alanının denize en yakın güney kısmında yer almaktadır. Bu alan Dalaman havaalanının batısında sulama kanalı ve doğusunda orman alanı ile sınırlandırılmış bölge içerisinde kalmakta olup, içerisinden Tersakan ve Karasu Çayı geçmektedir. Bu alanın tarım alanlarının büyük bir kısmını Dalaman Tarım İşletmesinin tarım alanları oluşturmakta, diğer alanlarda ise yoğun olarak narenciye bahçesi ile yer yer sera alanları bulunmaktadır.

Dalaman İlçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınan su örnekleme noktaları Şekil 3.1'de, bu noktalara ait bazı özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir.



**Şekil 3.1.** Dalaman İlçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent Yörelerinden Alınan Su Örneklem Noktaları

**Çizelge 3.1.** Dalaman İlçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınan su örnekleme noktalarının bazı özellikleri

| Mevki      | Örnek No | Üretici Adı Soyadı | Ürün Çeşitliliği | Alan (da) |
|------------|----------|--------------------|------------------|-----------|
| KAPIKARGIN | 1        | İsmail Durmuş      | Sera             | 4         |
|            | 2        | Ziya Koç           | Narenciye        | 4,5       |
|            | 3        | Resul Altın        | Sera+Açık Sebze  | 22        |
|            | 4        | Ramazan Altın      | Narenciye        | 12        |
|            | 5        | Mehmet Orhan       | Narenciye        | 20        |
|            | 6        | Osman Tilki        | Narenciye        | 35        |
| ATAKENT    | 7        | Mehmet Orhan       | Narenciye        | 10        |
|            | 8        | Reha Demir         | Sera             | 1         |
|            | 9        | Muslular Ocak      | Narenciye        | 8         |
|            | 10       | Turgut karahan     | Sera             | 4         |
|            | 11       | Bekir Duran        | Sera             | 2         |
|            | 12       | Durdu Koç          | Narenciye        | 7         |
| GÜRKÖY     | 13       | İsa Karahan        | Sera             | 3         |
|            | 14       | İlyas Çatak        | Sera+Açık Sebze  | 10        |
|            | 15       | Muammer Atabay     | Sera             | 2         |
|            | 16       | Hikmet Atabey      | Nar+Sera         | 10        |
|            | 17       | Baki Çelik         | Sera+ Narenciye  | 25        |
|            | 18       | Aytekın Balcı      | Sera             | 1         |

### 3.1.2. İklim özellikleri

Dalaman İlçesinin iklimi tipik Akdeniz iklimi olup, Subtropikal iklim olarak da tanımlanabilir. Bu iklim karakteristiğine uygun olarak, kışları yağışlı ve ılık, yazları ise kurak ve sıcak geçmektedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün gözlemlerinin yer aldığı, yöreye yakın Dalaman Meteoroloji İstasyonunda 2017-2018 yılları arasında ölçülen bazı meteorolojik veriler (ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, aylık yağış) Çizelge 3.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Dalaman Meteoroloji İstasyonunda ölçülen 2017-2018 yıllarına ait meteorolojik veriler (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2019)

| AYLAR   | GÖZLEMLER           |      |                    |      |                    |      |                        |       |
|---------|---------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|------------------------|-------|
|         | Ort. Sıcaklık<br>°C |      | Max.Sıcaklık<br>°C |      | Min.Sıcaklık<br>°C |      | Aylık Yağış Ort.<br>Mm |       |
|         | 2017                | 2018 | 2017               | 2018 | 2017               | 2018 | 2017                   | 2018  |
| Ocak    | 8.9                 | 11.3 | 18.4               | 20.5 | -1.8               | 0.3  | 233.9                  | 167.3 |
| Şubat   | 11.3                | 12.8 | 21.4               | 24.2 | 0.5                | 4.5  | 9.2                    | 59.0  |
| Mart    | 13.7                | 14.6 | 26.0               | 26.2 | 2.6                | 4.2  | 135.8                  | 56.8  |
| Nisan   | 16.4                | 18.7 | 28.1               | 32.4 | 7.1                | 6.5  | 35.7                   | 3.2   |
| Mayıs   | 21.0                | 23.1 | 34.0               | 35.4 | 9.5                | 11.7 | 19.6                   | 78.9  |
| Haziran | 26.2                | 25.4 | 45.0               | 39.0 | 15.8               | 16.0 | 0.0                    | 2.6   |
| Temmuz  | 29.1                | 29.3 | 44.9               | 42.0 | 18.7               | 18.1 | 0.0                    | 0.0   |
| Ağustos | 28.4                | 28.5 | 39.4               | 38.5 | 18.6               | 19.1 | 0.8                    | 0.0   |
| Eylül   | 25.2                | 26.5 | 36.7               | 36.5 | 14.7               | 16.5 | 0.9                    | 1.2   |
| Ekim    | 20.2                | 20.3 | 32.0               | 32.9 | 9.6                | 8.4  | 66.6                   | 93.9  |
| Kasım   | 14.1                | 16.0 | 25.5               | 29.2 | 4.6                | 6.3  | 152.4                  | 103.9 |
| Aralık  | 12.7                | 11.2 | 22.2               | 21.4 | 1.8                | 0.0  | 225.9                  | 164.7 |

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Sulama suyu örneklerinin alınması

Araştırmada seçilen bölgelerden, belirlenen noktalardan yüzey suyu ve yer altı su kaynağından sulama suyu örnekleri, kalitelerinin ve tuzluluklarının belirlenmesi amacıyla Ayyıldız'ın (1983) bildirdiği esaslara göre alınmıştır. Bu amaç için örnekler yeraltı sularında pompa yardımıyla su 15-20 dakika akıtıldıktan sonra, yüzey sularında ise suyun durgun olmadığı bir yerden alınmıştır.

Su örnekleri Ayyıldız (1983) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak Ekim-Kasım 2017 (I. Dönem), Şubat-Mart 2018 (II. Dönem) ve Mayıs-Haziran 2018 (III. Dönem) olarak üzere 3 dönemde alınmıştır. Su örnekleri; Dalaman İlçesinde en fazla tarımsal üretim yapılan bölgeleri temsil edecek şekilde 3 kısma bölünmüş; Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınmıştır. Her bir yöreden (Kapıkargın, Gürköy ve Atakent) 6'şar örnekleme yapılmış, her bir örnekleme döneminde toplam 18 su

örnekleği alınmıştır. Üç yöreden (Kapıkargın, Gürköy ve Atakent) ve 3 dönemden alınan toplam sulama suyu örnek sayısı 54 adet olmuştur.

### 3.2.2. Sulama suyu örneklerinin analiz yöntemleri

Araştırmada alınan sulama suyu örneklerinde elektriksel iletkenlik (EC), pH, kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ), potasyum ( $\text{K}^+$ ), sodyum ( $\text{Na}^+$ ), karbonat ( $\text{CO}_3^{-2}$ ), bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), klor ( $\text{Cl}^-$ ) ve sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) analizleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

- A- **Elektriksel İletkenlik:** Ayyıldız (1976) tarafından belirlenen esaslara göre su örneğinin elektriksel iletkenliği doğrudan elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir.
- B- **Suyun Reaksiyonu (pH):** Ayyıldız (1976) tarafından belirlenen esaslara göre, cam elektrotlu pH metre ile doğrudan su örneğinde ölçülmüştür.
- C- **Sodyum ( $\text{Na}^+$ ) ve Potasyum ( $\text{K}^+$ ):** Fresenius vd. (1988) tarafından belirtilen esaslara göre, atomik absorpsiyon spektrofmetresinde ölçülmüştür.
- D- **Kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ) ve Magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ):** Fresenius vd. (1988) tarafından belirtilen esaslara göre, atomik absorpsiyon spektrofmetresinde ölçülmüştür.
- E- **Karbonat ( $\text{CO}_3^{-2}$ ) ve Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ):** Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre, sülfirik asit titrasyonu ile belirlenmiştir.
- F- **Klor ( $\text{Cl}^-$ ):** Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre, gümüş nitrat titrasyonu ile belirlenmiştir.
- G- **Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ):** Anonymous'da (1980) belirtilen esaslara göre baryum sülfat biçiminde çöktürme ile saptanmıştır.
- H- **Yüzde sodyum (%Na):** Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre, sodyum, magnezyum, kalsiyum, potasyum analizlerinden yararlanılarak aşağıdaki verilmiş olan formül ile hesaplanmıştır.

$$\%Na = \frac{Na}{Na + K + Ca + Mg} \times 100$$

- I- **Sodyum Absorpsiyon Oranı (SAR):** Sodyum, kalsiyum ve magnezyum analizlerinden yararlanarak Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre hesaplanır.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma alanından alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları ile mevsimsel değişimleri üzerinde daha detaylı bilgi verilmiştir.

##### 4.1. Sulama Suyu Örneklerinin Analiz Sonuçları

Sulama sularının bitki yetiştiriciliği açısından niteliklerini önemli ölçüde belirleyen faktörlerinin başında sulama suyu tuzluluğu ile anyon ve katyonların konsantrasyonları gelmektedir. Muğla-Dalaman İlçesi sulama sularından 3 farklı dönem ve 3 farklı mevkiden alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

pH, sulama suyunun asitlik ve bazlılığın bir ölçütüdür. pH’nın en önemli özelliklerinden birisi de bitki besin elementlerinin, bitkiler tarafından alınmasında büyük bir role sahip olmasıdır. Westcot (1989)’a göre sulama suları için 6.5-8.4 arasında bulunan pH değerleri sulama yönünden sorun yaratmamaktadır.

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere araştırma alanından alınan sulama suyu örneklerinin pH değerlerinin I. Dönemde 7.60-8.32, II. Dönemde 7.07-8.41 ve III: dönemde 6.87-8.20 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm dönemlerde alınan sulama suyu örneklerinin pH değerlerinin kabul edilebilir sınır değerler arasında olduğu belirlenmiştir. Bütün sulama suyu örneklerinin tamamının sınır değerleri arasında yer almasından dolayı sulama suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sakınca yaratmayacağı düşünülmektedir.

Dalaman İlçesi sulama sularının pH değerlerinin genel olarak hem mevkiler bazında hem de örnekleme dönemleri bazında incelendiğinde hafif alkali ve alkali reaksiyon gösterdikleri tespit edilmiştir. Gübreleme ile verilen bitki besin elementlerinden maksimum düzeyde fayda sağlamak için fertigasyon değerlerinin asidik olması önerilmektedir (Maltaş ve Kaplan 2018). Bu kapsamda sulama suyu pH değerlerinin yüksek olduğu yerlerde üretim yapılırken, asit kullanımı ile fertigasyon pH değerinin düşürülmesi optimum bitki beslenmesi açısından uygulanabilir bir yöntem olarak önerilebilir.



**Çizelge 4.1.** Dalaman İlçesinde üç farklı yöreden (Kapıkargın, Atakent ve Gürköy) alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları

| Mevki      | Örnek No | Ph       |      |      | Ca (meq/lt) |      |      | Mg (meq/lt) |       |       | Na (meq/lt) |       |       | K(meq/lt) |      |      |
|------------|----------|----------|------|------|-------------|------|------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-----------|------|------|
|            |          | Dönemler |      |      | Dönemler    |      |      | Dönemler    |       |       | Dönemler    |       |       | Dönemler  |      |      |
| Kapıkargın |          | 1        | 2    | 3    | 1           | 2    | 3    | 1           | 2     | 3     | 1           | 2     | 3     | 1         | 2    | 3    |
|            | 1        | 7.76     | 7.95 | 7.75 | 0.39        | 0.32 | 0.30 | 6.68        | 5.71  | 13.98 | 0.65        | 0.74  | 0.73  | 0.78      | 0.09 | 0.09 |
|            | 2        | 8.04     | 8.05 | 7.77 | 0.23        | 0.15 | 0.22 | 5.83        | 5.58  | 19.62 | 0.63        | 0.58  | 0.74  | 0.03      | 0.03 | 0.04 |
|            | 3        | 8.31     | 7.85 | 7.84 | 1.10        | 2.15 | 0.79 | 14.62       | 15.16 | 22.03 | 8.88        | 5.17  | 7     | 0.34      | 0.08 | 0.32 |
|            | 4        | 7.82     | 7.07 | 6.87 | 1.32        | 2.30 | 6.77 | 7.5         | 26.83 | 23.33 | 12.96       | 6.65  | 40.87 | 1.36      | 0.88 | 1.26 |
|            | 5        | 7.60     | 7.55 | 7.78 | 10.7        | 12.1 | 9.33 | 20.83       | 32.25 | 50.17 | 49.13       | 54.78 | 53.48 | 0.52      | 0.67 | 0.57 |
|            | 6        | 7.91     | 7.70 | 7.83 | 0.71        | 0.60 | 0.43 | 10.56       | 7.78  | 22.11 | 1.39        | 1.33  | 1.40  | 0.03      | 0.02 | 0.20 |
|            | Ort.     | 7.90     | 7.69 | 7.64 | 2.41        | 2.93 | 2.97 | 17.00       | 15.56 | 25.20 | 12.27       | 11.54 | 17.44 | 0.51      | 0.29 | 0.41 |
| Atakent    | 7        | 8.07     | 8.06 | 7.99 | 0.95        | 0.71 | 0.54 | 8.09        | 4.69  | 19.83 | 0.42        | 0.39  | 0.40  | 0.05      | 0.05 | 0.51 |
|            | 8        | 8.10     | 8.25 | 8.15 | 1.23        | 0.97 | 0.89 | 5.59        | 3.26  | 15.89 | 0.38        | 0.36  | 0.46  | 0.05      | 0.04 | 0.04 |
|            | 9        | 8.32     | 8.21 | 8.18 | 0.27        | 0.16 | 0.27 | 5.83        | 3.75  | 20.7  | 0.30        | 0.28  | 0.32  | 0.03      | 0.03 | 0.03 |
|            | 10       | 8.18     | 8.24 | 8.08 | 0.23        | 0.04 | 0.19 | 7.08        | 2.97  | 19.83 | 0.29        | 0.27  | 0.30  | 0.02      | 0.02 | 0.02 |
|            | 11       | 8.03     | 8.23 | 8.02 | 0.95        | 0.72 | 0.77 | 7.31        | 3.37  | 19.62 | 0.40        | 0.37  | 0.42  | 0.06      | 0.05 | 0.06 |
|            | 12       | 8.26     | 8.41 | 8.16 | 0.58        | 0.35 | 0.46 | 6.56        | 4.12  | 19    | 3.49        | 2.48  | 2.74  | 0.48      | 0.38 | 0.47 |
|            | Ort.     | 8.16     | 8.23 | 8.09 | 0.70        | 0.49 | 0.52 | 6.74        | 3.69  | 19.45 | 0.87        | 0.63  | 0.77  | 0.11      | 0.09 | 0.18 |
| Güvköy     | 13       | 8.09     | 8.28 | 8.01 | 0.90        | 0.61 | 0.76 | 7.33        | 5.5   | 21.97 | 3.91        | 0.44  | 0.53  | 0.33      | 0.03 | 0.04 |
|            | 14       | 8.07     | 8.11 | 7.91 | 1.56        | 1.39 | 1.81 | 8.51        | 4.3   | 21.9  | 0.46        | 0.43  | 0.59  | 0.04      | 0.07 | 0.06 |
|            | 15       | 7.99     | 7.47 | 7.97 | 1.64        | 2.94 | 1.71 | 4.92        | 3.68  | 18.93 | 0.27        | 0.66  | 0.45  | 0.07      | 0.10 | 0.11 |
|            | 16       | 7.97     | 7.60 | 8.03 | 2.23        | 0.94 | 1.26 | 15          | 3.75  | 22.59 | 1.37        | 1.20  | 1.55  | 0.11      | 0.10 | 0.13 |
|            | 17       | 7.73     | 7.83 | 8.12 | 3.65        | 3.04 | 1.62 | 8.51        | 2.56  | 20.67 | 1.79        | 1.53  | 1.80  | 0.15      | 0.11 | 0.13 |
|            | 18       | 7.77     | 7.35 | 8.20 | 4.35        | 3.56 | 3.60 | 6.03        | 2.53  | 18.83 | 0.39        | 0.32  | 0.36  | 0.02      | 0.01 | 0.1  |
|            | Ort.     | 7.93     | 7.77 | 8.04 | 4.77        | 1.92 | 1.79 | 8.38        | 3.72  | 20.96 | 1.36        | 0.76  | 0.88  | 0.12      | 0.07 | 0.08 |
|            | Min      | 7.60     | 7.07 | 6.87 | 0.23        | 0.04 | 0.19 | 4.92        | 2.53  | 13    | 0.27        | 0.27  | 0.30  | 0.02      | 0.01 | 0.01 |
|            | Max      | 8.32     | 8.41 | 8.20 | 10.7        | 12.1 | 9.33 | 20.83       | 32.25 | 50.17 | 49.13       | 54.78 | 53.48 | 1.36      | 0.88 | 1.26 |
|            | Ort.     | 7.99     | 7.89 | 7.92 | 2.62        | 1.68 | 0.88 | 10.70       | 7.65  | 21.87 | 4.83        | 4.31  | 6.36  | 0.24      | 0.15 | 0.22 |

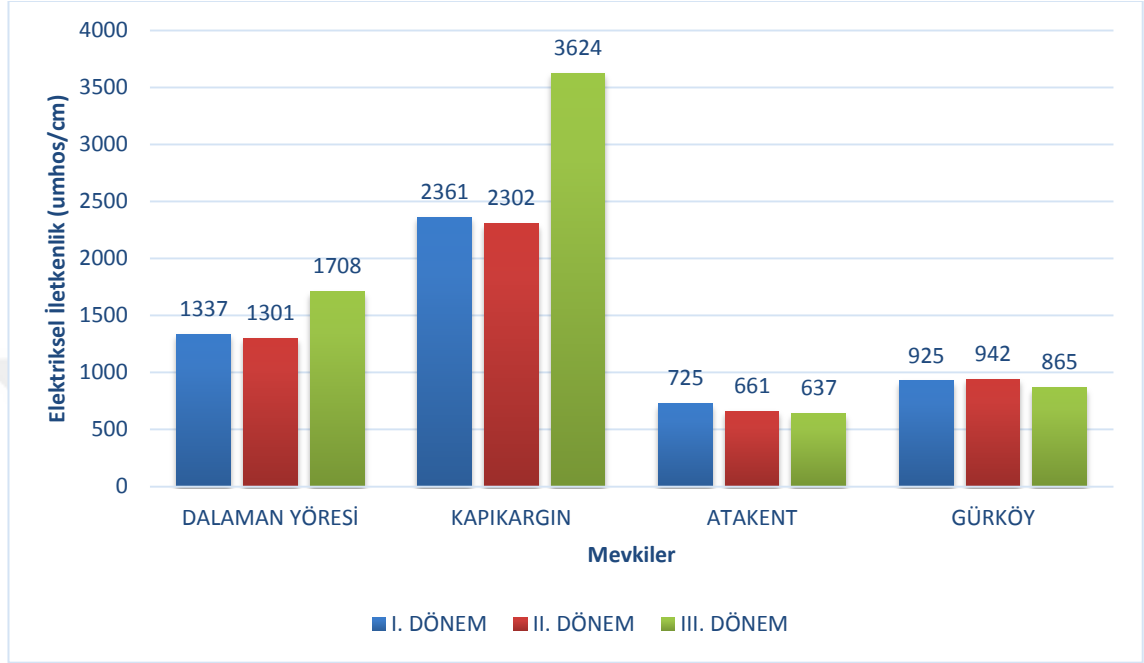
Çizelge 4.1'in Devamı

| Mevki       | Örnek No | CO <sub>3</sub> ( meq/lt) |      |      | HCO <sub>3</sub> (meq/lt) |       |       | Cl (meq/lt) |       |       | SO <sub>4</sub> (meq/lt) |       |       |
|-------------|----------|---------------------------|------|------|---------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
|             |          | Dönemler                  |      |      | Dönemler                  |       |       | Dönemler    |       |       | Dönemler                 |       |       |
| Kapı Kargın |          | 1                         | 2    | 3    | 1                         | 2     | 3     | 1           | 2     | 3     | 1                        | 2     | 3     |
|             | 1        | -                         | -    | -    | 5.52                      | 5.32  | 7.20  | 0.56        | 0.96  | 0.64  | 1.37                     | 0.57  | 6.86  |
|             | 2        | -                         | -    | -    | 6.84                      | 6.66  | 10.00 | 0.08        | 0.56  | 1.04  | 1.27                     | 0.89  | 9.57  |
|             | 3        | -                         | -    | -    | 7.94                      | 7.7   | 11.86 | 8.88        | 10.24 | 4.96  | 5.33                     | 4.61  | 13.61 |
|             | 4        | -                         | -    | 0.88 | 17.54                     | 14.14 | 9.00  | 2.24        | 0.48  | 32.96 | 15.4                     | 22.04 | 29.38 |
|             | 5        | -                         | -    | -    | 9.64                      | 8.9   | 7.62  | 52.88       | 72.00 | 52.24 | 14.03                    | 18.9  | 53.68 |
|             | 6        | -                         | -    | 2.12 | 11.88                     | 10.22 | 8.10  | 0.80        | 1.04  | 1.6   | 2.92                     | 1.53  | 12.14 |
|             | Ort.     | -                         | -    | 0.5  | 9.89                      | 8.82  | 8.96  | 10.96       | 14.21 | 15.57 | 6.72                     | 8.09  | 20.87 |
| Atakent     | 7        | -                         | -    | 1.52 | 7.42                      | 7.16  | 7.32  | 0.32        | 0.64  | 0.96  | 1.09                     | 1.97  | 11.02 |
|             | 8        | -                         | -    | 1.36 | 6.46                      | 5.82  | 4.50  | 0.32        | 0.64  | 0.64  | 1.14                     | 1.84  | 10.78 |
|             | 9        | -                         | -    | 1.8  | 7.90                      | 8.48  | 6.32  | 0.24        | 0.64  | 0.64  | 0.32                     | 4.91  | 12.56 |
|             | 10       | -                         | -    | 1.12 | 8.06                      | 6.9   | 5.19  | 0.96        | 0.64  | 0.64  | 0.18                     | 4.24  | 12.68 |
|             | 11       | -                         | -    | 1.28 | 7.62                      | 7.34  | 6.08  | 0.16        | 0.64  | 0.96  | 1.21                     | 3.47  | 12.54 |
|             | 12       | -                         | -    | 1.00 | 11.68                     | 8.8   | 7.66  | 0.40        | 0.64  | 0.64  | 0.38                     | 2.12  | 13.37 |
|             | Ort.     | -                         | -    | 1.34 | 8.19                      | 7.41  | 6.17  | 0.40        | 0.64  | 0.74  | 0.72                     | 3.09  | 12.15 |
| Gürköy      | 13       | -                         | -    | 1.72 | 9.90                      | 12.38 | 9.28  | 0.40        | 0.56  | 0.64  | 0.57                     | 6.37  | 11.66 |
|             | 14       | -                         | 1.00 | 2.24 | 9.50                      | 7.82  | 7.88  | 0.48        | 0.72  | 0.64  | 1.34                     | 3.34  | 13.60 |
|             | 15       | -                         | -    | 1.28 | 5.50                      | 11.18 | 5.54  | 0.16        | 0.88  | 0.96  | 1.32                     | 4.68  | 13.75 |
|             | 16       | -                         | -    | 1.12 | 15.76                     | 11.12 | 10.3  | 0.48        | 0.64  | 1.04  | 1.97                     | 5.76  | 13.70 |
|             | 17       | -                         | -    | -    | 9.8                       | 8.82  | 9.14  | 1.12        | 1.28  | 1.84  | 2.83                     | 2.86  | 13.24 |
|             | 18       | -                         | -    | -    | 6.26                      | 5.72  | 5.78  | 0.32        | 0.32  | 0.64  | 8.25                     | 0.39  | 16.39 |
|             | Ort.     | -                         | 0.16 | 1.06 | 9.45                      | 9.50  | 7.98  | 0.49        | 0.73  | 0.96  | 2.71                     | 3.90  | 13.72 |
|             | Min      | -                         | -    | -    | 5.50                      | 5.32  | 4.50  | 0.08        | 0.32  | 0.64  | 0.38                     | 0.39  | 6.86  |
|             | Max      | -                         | 1.00 | 2.24 | 14.54                     | 14.14 | 11.86 | 52.88       | 72.00 | 52.34 | 15.4                     | 22.04 | 29.38 |
|             | Ort.     | -                         | 0.05 | 0.96 | 9.17                      | 8.57  | 7.70  | 3.95        | 5.19  | 5.75  | 3.38                     | 5.02  | 15.58 |

Çizelge 4.1'in Devamı

| Mevki       | Örnek No | EC       |      |      | SAR      |       |       | % Na     |       |       | RSC      |        |        |
|-------------|----------|----------|------|------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|--------|--------|
|             |          | Dönemler |      |      | Dönemler |       |       | Dönemler |       |       | Dönemler |        |        |
|             |          | 1        | 2    | 3    | 1        | 2     | 3     | 1        | 2     | 3     | 1        | 2      | 3      |
| Kapı Kargın | 1        | 690      | 616  | 602  | 0.34     | 0.43  | 0.27  | 8.31     | 10.77 | 4.86  | -1.57    | -0.70  | -6.67  |
|             | 2        | 594      | 622  | 655  | 0.36     | 0.34  | 0.23  | 9.32     | 9.12  | 3.58  | 0.77     | 0.93   | -9.83  |
|             | 3        | 2000     | 1644 | 5240 | 3.61     | 1.76  | 2.06  | 35.59    | 22.93 | 22.99 | -7.77    | -9.60  | -11.25 |
|             | 4        | 1966     | 1954 | 7143 | 6.17     | 1.14  | 10.54 | 56.01    | 18.14 | 56.58 | 8.72     | -14.99 | -20.21 |
|             | 5        | 7930     | 7990 | 7110 | 12.37    | 11.63 | 9.80  | 60.50    | 54.00 | 40.99 | -21.90   | -35.45 | -51.32 |
|             | 6        | 991      | 989  | 999  | 0.58     | 0.65  | 0.42  | 11.00    | 13.00 | 5.84  | 0.61     | 1.85   | -12.31 |
|             | Ort.     | 2361     | 2302 | 3624 | 3.90     | 2.75  | 2.25  | 30.12    | 21.32 | 23.49 | -3.52    | -9.66  | -18.59 |
| Atakent     | 7        | 981      | 699  | 673  | 0.20     | 0.23  | 0.13  | 4.43     | 6.60  | 1.93  | -1.62    | 1.76   | -1.525 |
|             | 8        | 674      | 579  | 558  | 0.20     | 0.25  | 0.16  | 5.21     | 7.71  | 2.64  | -0.36    | 1.60   | -10.92 |
|             | 9        | 637      | 675  | 680  | 0.17     | 0.20  | 0.10  | 4.72     | 6.50  | 1.50  | 1.79     | 4.57   | -12.84 |
|             | 10       | 626      | 564  | 560  | 0.15     | 0.22  | 0.09  | 3.87     | 8.17  | 1.47  | 0.75     | 3.89   | -12.99 |
|             | 11       | 664      | 692  | 630  | 0.20     | 0.26  | 0.13  | 4.58     | 8.28  | 1.99  | -0.63    | 3.25   | -13.02 |
|             | 12       | 770      | 757  | 725  | 0.18     | 1.66  | 0.88  | 31       | 33.82 | 12.08 | 4.54     | 4.33   | -10.79 |
|             | Ort.     | 725      | 661  | 637  | 0.45     | 0.46  | 0.24  | 8.96     | 23.69 | 3.60  | 0.74     | 2.46   | -10.34 |
| Gürköy      | 13       | 980      | 849  | 848  | 1.93     | 0.25  | 0.16  | 32       | 6.67  | 2.29  | 1.17     | 6.27   | -11.72 |
|             | 14       | 724      | 815  | 915  | 0.20     | 0.26  | 0.17  | 4.32     | 7.01  | 2.41  | -0.56    | 3.13   | -13.59 |
|             | 15       | 523      | 1047 | 625  | 0.20     | 0.36  | 0.14  | 5.28     | 8.94  | 2.13  | -1.05    | 4.56   | -13.81 |
|             | 16       | 1490     | 980  | 993  | 0.47     | 0.78  | 0.45  | 7.32     | 20.01 | 6.07  | -1.47    | 6.43   | -12.43 |
|             | 17       | 990      | 1046 | 963  | 0.73     | 0.91  | 0.54  | 12.92    | 21.04 | 7.43  | -2.35    | 3.22   | -13.14 |
|             | 18       | 844      | 916  | 849  | 0.17     | 0.18  | 0.11  | 3.62     | 5.01  | 1.58  | -4.12    | -0.37  | -16.65 |
|             | Ort.     | 925      | 942  | 865  | 0.58     | 0.45  | 0.26  | 10.91    | 11.44 | 3.65  | -1.30    | 3.87   | -13.55 |
|             | Min      | 594      | 564  | 558  | 0.15     | 0.18  | 0.11  | 3.62     | 5.01  | 1.58  | -21.90   | -35.45 | -51.32 |
|             | Max      | 7930     | 7990 | 7143 | 12.37    | 11.63 | 10.54 | 60.50    | 54    | 56.58 | 8,72     | 6.43   | -1.52  |
|             | Ort.     | 1337     | 1301 | 1708 | 1.64     | 1.22  | 0.91  | 16.66    | 18.11 | 10.24 | -1.36    | -1.11  | -14.14 |

Dalaman İlçesinden alınan sulama sularının EC değerlerinin 523- 7990  $\mu\text{mhos/cm}$  arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Dönem olarak incelendiğinde, ortalama en yüksek EC değerinin III. Dönemde, mevki olarak incelendiğinde ise en yüksek EC değerinin Kapıkargın mevkiinde, en düşük EC değerinin ise Atakent mevkiinde belirlendiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** Dalaman İlçesi sulama sularının elektriksel iletkenlik değerlerinin ( $\mu\text{mhos/cm}$ ) dönemlere ve mevkilere göre değişimi

Şekil 4.1'in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere, genel olarak Dalaman ilçesindeki sulama sularının ortalama EC değerlerinin I. Dönemden (1337  $\mu\text{mhos/cm}$ ) II. Döneme (1301  $\mu\text{mhos/cm}$ ) doğru azaldığı, III. Döneme doğru arttığı görülmektedir. Çizelge 3.2'de görüldüğü üzere 2017 yılı yağış miktarı 879.9 mm, 2018 yılı yağış miktarı 731.5 mm olduğu görülmektedir. 2018 yılında yağış miktarının 2017 yılına göre % 17 azaldığı görülmektedir. Yeraltı su seviyeleri, aylık yağış miktarına bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 3.2'den de görüldüğü üzere I. Örneklem döneminde (Ekim-Kasım arası, sonbahar ortası) çok fazla yağış almadığı için EC değerlerinin yüksek olduğu; yağışların artmasıyla birlikte EC değerlerinin genel olarak düştüğü gözlemlenmektedir. Sulama suyunun kalite değerleri tüm mevsimlerde stabil olmayıp farklılık göstermektedir. Yüzeysel kuyuların konsantrasyon değerleri mevsimsel olarak önemli değişimler gösterirken, derin kuyuların konsantrasyon değerlerinde çok fazla bir değişim meydana gelmemektedir (Kanber vd. 1992). Genel anlamda da kuyuların derinlikleri, kullanım düzeylerinin de elektriksel iletkenlik değerlerini etkilediği öngörülmektedir. Bu sonuçlar Dalaman ilçesindeki sulama suyu analiz sonuçlarında elde ettiğimiz bulgular ile paralellik göstermektedir.

TİGEM Dalaman işletmesinin Dalaman çayından pompalayarak kullandığı Aladağ pompasının 2017 ve 2018 Haziran dönemi analiz değerleri pH ve EC yönünden incelediğimizde, 2017 yılı pH değerinin, 7.4 ve EC değerinin 567  $\mu\text{mhos/cm}$ , 2018 yılı pH değeri 8.2 ve EC değeri 915  $\mu\text{mhos/cm}$  olduğu belirlenmiştir (TİGEM 2019).

Dalaman ilçesinin farklı mevkilerinden alınan sulama sularının EC'lerinin birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Kapıkargın mevkiinde I. Dönemde 2361  $\mu\text{mhos/cm}$  olan EC değeri III. Dönemde 3624  $\mu\text{mhos/cm}$ 'e yükselirken; Atakent ve Gürköy Mevkilerinde I. Dönemden III. Döneme doğru bir azalma meydana gelmiştir (Sırasıyla Atakent 725, 661 ve 637  $\mu\text{mhos/cm}$ ; Gürköy 925, 942 ve 865  $\mu\text{mhos/cm}$ ). Özellikle çok yüksek EC değerlerine sahip Kapıkargın mevkiisi incelendiğinde; 3, 4 ve 5 no'lu örnekleme noktalarının EC değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 3.1'den de görüldüğü üzere, bu noktaların birbirine yakın konumda bulunduğu ve bu bölgenin termal su kaynağı olduğu, termal suyun sulama suyu kuyularına karıştığı öngörülmektedir.

Sulama sularının kalitelerini değerlendirmek ve sınıflandırmak için günümüze kadar birçok farklı sınıflandırma sistemleri geliştirilmiş ve önerilmiştir. Bu sistemler arasında en fazla benimsenen ve uzun yıllardır kullanılmaya devam eden sınıflandırma sistemi 1954 yılında A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954) araştırmacıları tarafından geliştirilmiş olan sistemdir. Bu gün ülkemizde de bu sistem yaygın olarak kullanılmaktadır. A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954) araştırmacıları tarafından geliştirilmiş olan sistemde; sulama sularının EC ve SAR değerleri esas alınmaktadır. Dalaman ilçesinden alınan sulama suları Anonymous (1954)'a göre EC değerlerine göre değerlendirilmiş, tuzluluk sınıflarının dağılımı Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Dalaman İlçesi sulama suları EC yönünden genel olarak değerlendirildiğinde; alınan sulama sularının % 44.45'inin C2, % 46.29'unun C3 ve % 9.26'sının C4 sınıfına girdiği görülmektedir. Dönemler bazında incelendiğinde sulama suyu örneklerinin I. Dönem; % 44.45'inin C2 sınıfına, % 50'sinin C3 sınıfına ve % 5.55'inin C4 sınıfına, II. Dönem; % 38.90'ının C2 sınıfına, % 55.55'inin C3 sınıfına ve % 5.55'inin C4 sınıfına, III. Dönem; % 44.45'inin C2 sınıfına, % 46.29'unun C3 sınıfına ve % 9.26'sının C4 sınıfına girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının büyük bölümünün EC yönünden problemli olduğu, eğer C3 ve C4 sınıfına giren bu suların tarımsal sulama amaçlı kullanılmaması gerektiği, eğer kullanılacak ise gerekli önlemlerin alınması gerektiği öngörülmektedir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** A.B.D Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954) sınıflandırma sistemine göre Dalaman İlçesi sulama sularının tuzluluk (EC) sınıflarının % dağılımları

| SINIFLAR | ECX10 <sup>6</sup> ,25°C<br>$\mu\text{mhos/cm}$ | DÖNEMLER |       |      |       |      |       |       |
|----------|-------------------------------------------------|----------|-------|------|-------|------|-------|-------|
|          |                                                 | Ö.S.     | I.    | Ö.S. | II.   | Ö.S. | III.  | ORT   |
| C1       | 250>                                            |          | -     |      | -     |      | -     | -     |
| C2       | 250-750                                         | 8        | 44.45 | 7    | 38.90 | 9    | 50.00 | 44.45 |
| C3       | 750-2250                                        | 9        | 50.00 | 10   | 55.55 | 6    | 33.33 | 46.29 |
| C4       | 2250<                                           | 1        | 5.55  | 1    | 5.55  | 3    | 16.67 | 9.26  |

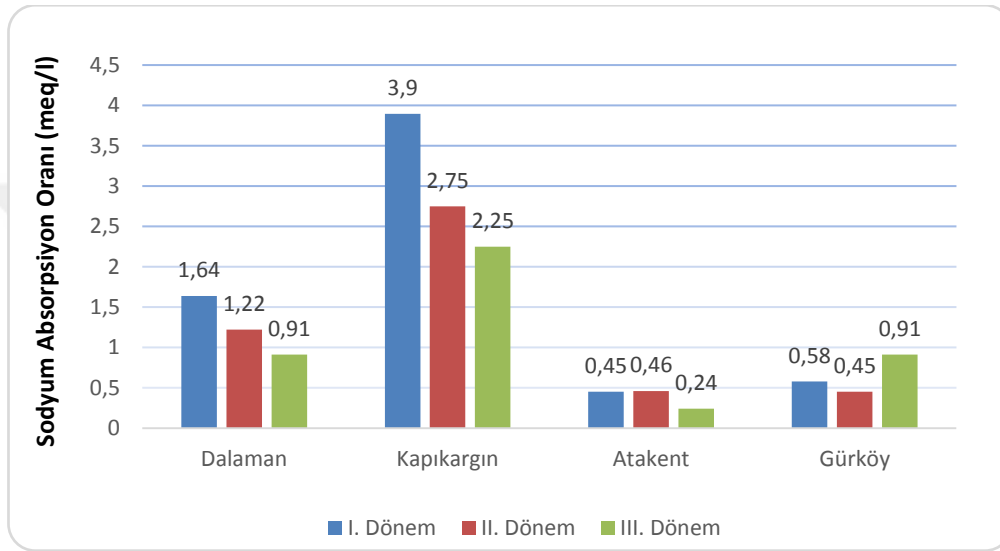
C1: Az Tuzlu

C3: Fazla Tuzlu

C2: Orta Tuzlu

C4: Çok Fazla Tuzlu

Üç örnekleme döneminde Dalaman yöresinden alınan sulama suyu örneklerinin  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{Mg}^{++}$  analiz sonuçlarından yararlanılarak SAR (meq/L) değerleri hesaplanmıştır. Dalaman İlçesinin sulama suyu örneklerinin Çizelge 3.1’de görüldüğü üzere SAR değerleri 0.09-12.37 (meq/l) arasında değiştiği belirlenmiştir. Dönemler arasındaki değişim incelendiğinde; SAR değerlerinin I. Dönemden III. Döneme doğru azaldığı görülmektedir. Mevkiiler bazında incelendiğinde ise Kapıkargın mevki EC değerlerinde de olduğu gibi en yüksek SAR değerine sahip olurken, Atakent ve Gürköy mevkiileri birbirlerine yakın SAR değerleri göstermişlerdir (Şekil 4.2).



**Şekil 3.2.** Dalaman İlçesi sulama sularının sodyum absorpsiyon değerlerinin (meq/l) dönemlere ve mevkiilere göre değişimi

Sulama suyu örneklerinin SAR değerleri; A.B.D. Riverside Laboratuvarının (Anonymous 1954) sınıflandırma sistemine göre değerlendirilmiş ve Çizelge 4.3’de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954) sınıflandırma sistemine göre Dalaman İlçesi sulama suyu örneklerinin SAR sınıflarının % dağılımları

| Sınıflar | SAR   | I. Dönem |       | II. Dönem |       | III. Dönem |       | ORT.  |
|----------|-------|----------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------|
|          |       | Ö.S      | %     | Ö.S       | %     | Ö.S        | %     |       |
| S1       | 0-10  | 17       | 94.44 | 17        | 94.44 | 17         | 94.44 | 94.44 |
| S2       | 10-18 | 1        | 5.56  | 1         | 5.56  | 1          | 5.56  | 5.56  |
| S3       | 18-26 | -        | -     | -         | -     | -          | -     | -     |
| S4       | 26<   | -        | -     | -         | -     | -          | -     | -     |

S1: Az Sodyumlu

S3: Fazla Sodyumlu

S2: Orta Sodyumlu

S4: Çok Fazla Sodyumlu

Çizelge 4.3’den de görüldüğü gibi, sulama suyu örneklerinin SAR (meq/l) değerlerinin üç dönemde de % 94.44’ünün S1 sınıfına, % 5.56’sının S2 sınıfına girdiği belirlenmiştir. Genel olarak sulama sularının S1 sınıfına girdiği ve sodyumluluk yönünden herhangi bir problemin olmadığı tespit edilmiştir.

A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954) sınıflandırma sistemine göre Dalaman İlçesi sulama suyu örneklerinin üç farklı dönemde tuzluluk ve SAR değerleri birlikte değerlendirilerek sulama suyu kalite sınıfları belirlenmiş ve Çizelge 4.4’de verilmiştir.

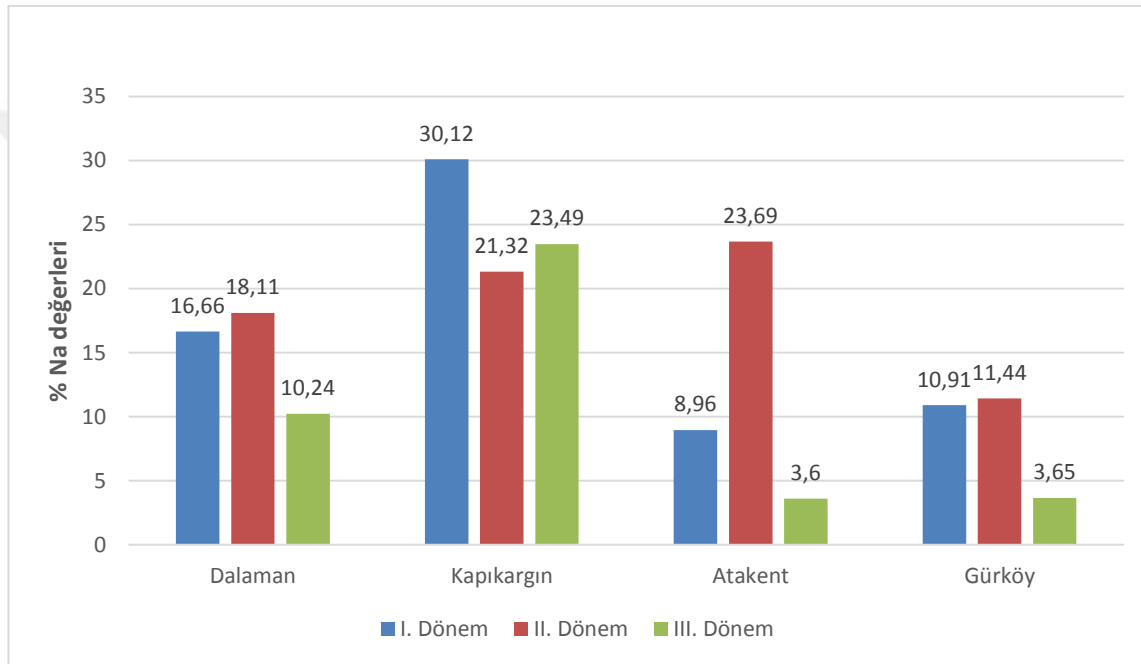
**Çizelge 4.4.** A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous 1954) Tuzluluk ve SAR değerlerine göre Dalaman İlçesi sulama suyu kalite sınıfları

| Örnek No | DÖNEMLER |           |           |
|----------|----------|-----------|-----------|
|          | I. Dönem | II. Dönem | III.Dönem |
| 1        | C2S1     | C2S1      | C2S1      |
| 2        | C2S1     | C2S1      | C2S1      |
| 3        | C3S1     | C3S1      | C4S1      |
| 4        | C3S1     | C3S1      | C4S2      |
| 5        | C4S2     | C4S2      | C4S1      |
| 6        | C3S1     | C3S1      | C3S2      |
| 7        | C3S1     | C2S1      | C2S1      |
| 8        | C2S1     | C2S1      | C2S1      |
| 9        | C2S1     | C2S1      | C2S1      |
| 10       | C2S1     | C2S1      | C2S1      |
| 11       | C2S1     | C2S1      | C2S1      |
| 12       | C3S1     | C3S1      | C2S1      |
| 13       | C3S1     | C3S1      | C3S1      |
| 14       | C2S1     | C3S1      | C3S1      |
| 15       | C2S1     | C3S1      | C2S1      |
| 16       | C3S1     | C3S1      | C3S1      |
| 17       | C3S1     | C3S1      | C3S1      |
| 18       | C3S1     | C3S1      | C3S1      |

Çizelge 4.4’den de görüldüğü gibi sulama suyu örneklerinin I. Dönem % 44.44’ünün C2S1, % 50’sinin C3S1 ve % 5.56’sının C4S2 sınıfına; II. Dönem % 38.88’inin C2S1, % 55.56’sının C3S1 sınıfına ve % 5.56’sının C4S2 sınıfına; III. Dönem ise % 50.00’sinin C2S1, % 27.78’inin C3S1, % 5.56’sının C3S2, % 11.11’inin C4S1 ve % 5.56’sının C4S2 sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Sulama suyunun kalitesini belirleyen sodyum ve buna bağlı olarak alkalilik oluşturma tehlikesi; sodyum iyonunun mutlak konsantrasyonunun yanında, sodyumun diğer katyonların toplam konsantrasyonuna göre oransal miktarının yüksek olmasına bağlıdır (Sönmez ve Kaplan 1996). Bu duruma göre, sulama suyundaki sodyum konsantrasyonu düşük olsa bile, sodyumun diğer katyonların toplamına oranı yüksek bir değer ise yine sodyum zararı oluşabilir. Bu sebeple sulama suyu örneklerinin % Na değerleri de önemlidir ve % Na değerlerinin belirli sınırları aşmaması istenir.

Dalaman ilçesi sulama suları örneklerinin % Na değerleri Çizelge 4.1'den de görüldüğü üzere 1.58-56.58 arasında değişmektedir. Dönemler açısından incelendiğinde; Dalaman ilçesi sulama sularının % Na değerlerinin I. Dönemden III. Döneme doğru azaldığı görülmektedir.



**Şekil 4.3.** Dalaman İlçesi sulama sularının % Na değerlerinin dönemlere ve mevkilere göre değişimi

Mevkiler açısından değerlendirildiğinde ise %Na değerinin Kapıkargın mevkiinde en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Bunu Atakent ve Gürköy takip ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.3).

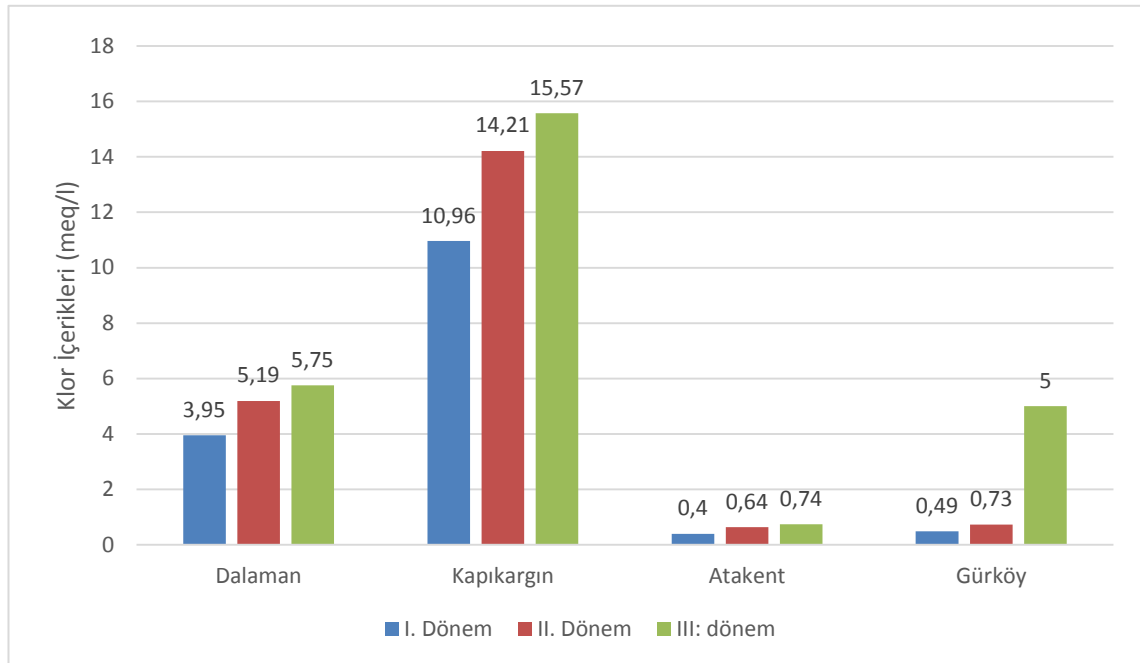
Dalaman İlçesinden 3 dönemde alınan sulama suyu örneklerinin % Na içerikleri Christiansen vd. (1977)'ne göre değerlendirilerek Çizelge 3.5'de verilmiştir. Çizelge 4.5'den görüldüğü gibi, Dalaman İlçesi sulama sularının genel olarak % 90.00'unun 1. Sınıfı, % 9.25'inin ise 2. Sınıfı girdiği görülmektedir. Dönemler bakımından incelendiğinde ise sulama suyu örneklerinin I. Dönem % 88.88'inin 1. Sınıfı, % 11.22'sinin 2. Sınıfı, II. Dönem % 94.44'ünün 1. Sınıfı, % 5.56'sinin 2. Sınıfı ve III. Dönem % 88.88'sinin 1. Sınıfı, % 11.22'sinin 2. Sınıfı girdiği saptanmıştır. Genel olarak birkaç örnek hariç Dalaman İlçesi sulama sularının % Na bakımından herhangi bir sorun teşkil edecek durumda olmadığı belirlenmiştir.



**Çizelge 4.5.** Christiansen vd. (1977)'na göre Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin % Na sınıflarının % dağılımları

| Sınıflar | % Na  | DÖNEMLER |       |           |       |            |       |       |
|----------|-------|----------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------|
|          |       | I.Dönem  |       | II. Dönem |       | III. Dönem |       | ORT.  |
|          |       | Ö.S      | %     | Ö.S       | %     | Ö.S        | %     | %     |
| 1        | 0-40  | 16       | 88.88 | 17        | 94.44 | 16         | 88.88 | 90.75 |
| 2        | 40-60 | 2        | 11.12 | 1         | 5.56  | 2          | 11.12 | 9.25  |
| 3        | 60-70 | -        | -     | -         | -     | -          | -     |       |
| 4        | 70-80 | -        | -     | -         | -     | -          | -     |       |
| 5        | 80-90 | -        | -     | -         | -     | -          | -     |       |
| 6        | 90<   | -        | -     | -         | -     | -          | -     |       |

Dalaman ilçesi sulama sularının  $Cl^-$  analiz sonuçları Çizelge 4.1'den de görüldüğü üzere 0.08-72 (meq/l) arasında değişmektedir. Dönemler açısından değerlendirildiğinde; Dalaman ilçesi sulama sularının klor içeriklerinin I. Dönemden III. Döneme doğru artış gösterdiği belirlenmiştir. Mevkii olarak incelendiğinde ise en yüksek klor içeriklerinin Kapıkargın mevkiinde belirlendiği saptanmıştır (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4.** Dalaman İlçesi sulama sularının Klor İçeriklerinin (meq/l) dönemlere ve mevkilere göre değişimi

Dalaman İlçesi sulama sularının klor içerikleri Christiansen vd.'ne (1977) göre değerlendirilerek sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Christiansen vd. (1977)'na göre Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin Klor (Cl) sınıflarının % dağılımı

| Sınıflar | Klor (meq/l) | DÖNEMLER |       |          |       |           |       |       |
|----------|--------------|----------|-------|----------|-------|-----------|-------|-------|
|          |              | I.Dönem  |       | II.Dönem |       | III.Dönem |       | ORT.  |
|          |              | Ö.S      | %     | Ö.S      | %     | Ö.S       | %     |       |
| 1        | 0-3          | 16       | 88.88 | 16       | 88.88 | 16        | 88.88 | 88.88 |
| 2        | 3-6          | 1        | 5.56  | -        | -     | 1         | 5.56  | 3.70  |
| 3        | 6-10         | -        | -     | -        | -     | -         | -     | -     |
| 4        | 10-15        | -        | -     | 1        | 5.56  | -         | -     | 1,86  |
| 5        | 15-20        | -        | -     | -        | -     | -         | -     | -     |
| 6        | 20<          | 1        | 5.56  | 1        | 5.56  | 1         | 5.56  | 5.56  |

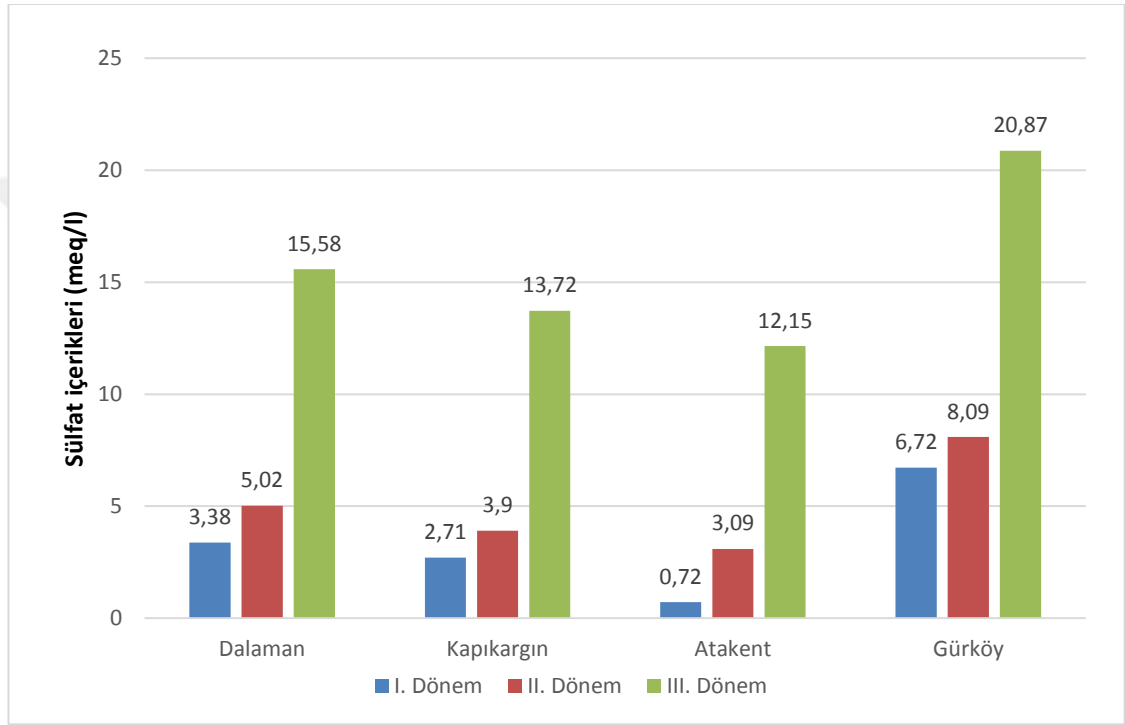
Dalaman İlçesi sulama sularının genel olarak %88.88'i 1. Sınıfa, %3.70'i 2. Sınıfa, %1.86'sı ise 4. Sınıfa girdiği tespit edilmiştir. Dönemler bazında incelendiğinde ise; alınan sulama suyu örneklerinin I. Dönem % 88.88'inin 1. Sınıf, % 5.56'sının 2. sınıf ve % 5.56'sının 6. Sınıf, II. Dönem % 88.88'inin 1. Sınıf, % 5.56'sının 2. Sınıf ve % 5.56'sının 4. Sınıf ve III. dönem de de % 88.88'inin 1. Sınıf, % 5.56'sının 2. Sınıf ve % 5.56'sının 6. Sınıfa girdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Dalaman yöresi sulama sularının büyük bir çoğunluğunda klor içeriği bakımından sorun olmadığı halde % 11.12'sinde sorunlu olduğu görülmektedir. Bu sorunlu örneklerin Kapıkargın mevkiinde ki 3 ve 5 nolu sulama suyu örnekleri olduğu belirlenmiştir.

Sulama sularında klor en problemli anyon olarak kabul edilmektedir. 5 me/l'nin altındaki klor konsantrasyonları duyarlı bitkilerin, 5 me/l - 10 me/l arasında değerlere sahip sular ile orta hassas bitkilerin, 10 me/l üzerinde değerlere sahip sular ile dayanıklı bitkilerin sulanmasında sakınca bulunmamaktadır (Mass 1990). Dalaman ilçesi sulama sularının genel olarak klor içerikleri bakımından problemli olmadıkları, tarımsal üretimde kullanılabileceği görülmektedir.

Sulama sularında kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesi de sülfattır. Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere, Dalaman ilçesi sulama sularının sülfat içeriklerinin 0.38-29.38 (meq/l) arasında değiştiği belirlenmiştir. Dalaman yöresi sulama sularının sülfat içerikleri yönünden dönemler arasında büyük farklılıklar gösterdiği; I. ve II. Dönemde problemli olmayan suların, III.dönemde 4. Sınıf problemli sular haline dönüştüğü ve genel olarak sülfat içeriklerinde artış olduğu saptanmıştır. Mevki açısından değerlendirdiğimizde ise, en yüksek sülfat içeriklerinin Kapıkargın mevkiinde bulunan 4 ve 5 nolu sulama suyu örnekleri olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Dalaman İlçesi sulama sularının sülfat içerikleri Schofield'a göre (Sönmez ve Kaplan, 1996) değerlendirilerek Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelge 3.7'den de görüldüğü gibi, Dalaman İlçesi sulama sularının sülfat içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde; % 46.29'unun 1. Sınıfa, % 12.96'sının 2. Sınıfa, %11.11'inin 3. Sınıfa, % 24.08'inin 4. Sınıfa ve %5.56'sının 5. Sınıfa girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının sülfat içerikleri dönemler bakımından incelendiğinde ise, I. Dönem % 83.33'ünün 1. Sınıfa, % 11.11'inin 3. Sınıfa ve % 5.56'sının 4. Sınıfa, II. Dönem % 55.55'inin 1. Sınıfa, % 33.33'ünün 2. Sınıfa, % 5.56'sının 4. Sınıfa ve % 5.56'sının 5. Sınıfa ve III. Dönemde % 5.56'sının 2. Sınıfa, % 22.22'sinin 3. Sınıfa, % 61.11'inin 4. Sınıfa ve % 11.11'inin 5. Sınıfa girdiği görülmektedir.



**Şekil 4.5.** Dalaman yöresi sulama sularının sülfat içeriklerinin (meq/l) dönemlere ve mevkilere göre değişimi

**Çizelge 4.7.** Schofield'a (Sönmez ve Kaplan, 1996) göre Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) sınıflarının % dağılımı

| Sınıflar | $\text{SO}_4$<br>(meq/L) | I.DÖNEM |       | II. DÖNEM |       | III. DÖNEM |       | ORT.  |
|----------|--------------------------|---------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------|
|          |                          | Ö.S     | %     | Ö.S       | %     | Ö.S        | %     |       |
| 1        | 4 >                      | 15      | 83.33 | 10        | 55.55 | -          | -     | 46.29 |
| 2        | 4-7                      | -       | -     | 6         | 33.33 | 1          | 5.56  | 12.96 |
| 3        | 7-12                     | 2       | 11.11 | -         | -     | 4          | 22.22 | 11.11 |
| 4        | 12-20                    | 1       | 5.56  | 1         | 5.56  | 11         | 61.11 | 24.08 |
| 5        | 20 <                     | -       | -     | 1         | 5.56  | 2          | 11.11 | 5.56  |

Sülfat sulama sularında klora göre daha az toksiktir. Yüksek konsantrasyon değerlerinde sülfat iyonları kalsiyumun çökmesine ve bitkilerde toksik etkilerin oluşmasına sebep olabilmektedirler. Sulama sularında sülfat değerlerinin 0-20 me/l arasında olması istenmektedir (Anonymous 1994). Anonymous (1994)'e göre sadece birkaç sulama suyu problem teşkil ederken, Schofield'a (Sönmez ve Kaplan, 1996) göre bu oran daha yüksek görülmektedir. Bu nedenle yetiştirilecek bitkilerin sülfata hassasiyetinin göz önüne bulundurulması gerekmektedir.

Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin RSC değerlerinin -51.32 – 29.38 (meq/l) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Dönem açısından değerlendirildiğinde; Dalaman ilçesi sulama sularının RSC değerlerinin I. Dönemden III. Döneme azaldığı görülmektedir. Mevkiler açısından incelendiğinde ise Atakent ve Gürköy mevkilerinde sorunlu su örnekleri olduğu görülmektedir (Şekil 4.6).

Dalaman İlçesi sulama sularının kalıcı sodyum karbonat (RSC) değerlerinin değerlendirilmesi Eaton (1950) göre yapılmış ve Çizelge 4.8' de verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Eaton (1950)'a göre Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin kalıcı sodyum karbonat (RSC) değerlerinin dağılımı

| Sınıflar | RSC       | I.DÖNEM |       | II. DÖNEM |       | III. DÖNEM |     | ORT.  |
|----------|-----------|---------|-------|-----------|-------|------------|-----|-------|
|          |           | Ö.S     | %     | Ö.S       | %     | Ö.S        | %   |       |
| 1        | 1.25 >    | 15      | 83.33 | 6         | 33.33 | 18         | 100 | 72.22 |
| 2        | 1.25-2.50 | 1       | 5.56  | 3         | 16.67 | -          | -   | 7.41  |
| 3        | 2.50 <    | 2       | 11.11 | 9         | 50.00 | -          | -   | 20.37 |

Çizelge 4.8'den de görüldüğü gibi, Dalaman İlçesi sulama sularının RSC değerleri genel olarak değerlendirildiğinde; % 72.22'sinin 1. Sınıfa, % 7.41'inin 2. Sınıfa, % 20.37'sinin 3. Sınıfa girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının RSC değerleri dönemler bakımından incelendiğinde ise, I. Dönem % 83.33'ünün 1. Sınıfa, % 5.56'sinin 2. Sınıfa ve % 11.11'inin 3. Sınıfa, II. Dönem % 33.33'ünün 1. Sınıfa, % 16.67'sinin 2. Sınıfa, % 50.00'sinin 3. Sınıfa ve III. Dönemde % 100.00'ün 1. Sınıfa girdiği görülmektedir.



**şekil 4.6.** Dalaman yöresi sulama sularının kalıcı sodyum karbonat değeri (meq/l) dönemlere ve mevkilere göre değışimi

RSC değeri Çizelge 4.8 ve şekil 4.6'a göre değeriendirildiğinde I. ve II. Dönemde olması gereken değeriin üzerinde su örneğeriinin olduğu ve III. Dönemde ise herhangi sorun teşkil edecek su örneğeriinin olmadığı görölmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Muğla ili Dalaman ilçesinde sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişiminin incelenmesi amacıyla yürütülen bu araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Dalaman ilçesinden alınan sulama sularının analiz sonuçları incelendiğinde; en önemli sorunun sulama sularındaki tuzluluk problemi olduğu saptanmıştır. Suların genel olarak % 44.45'inin C2 sınıfına, % 46.29'unun C3 sınıfına ve % 9.26'sının C4 sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

SAR ve % Na değerlerinin 1. ve 2. sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Sulama suyu örneklerinin klor içerikleri değişkenlik göstermekle beraber büyük çoğunluğu 1. sınıfta yer almaktadır. Sülfat içerikleri bakımından incelendiğinde ise III. Döneme doğru sülfat değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Dalaman İlçesi sulama sularının % Na si ve Cl bakımından % 88.88'inin, SAR değerleri bakımından da % 99.44'ünün 1. Sınıf sulama suları olduğu belirlenmiştir. RSC değerleri I. Dönemde ve II. Dönemde istenilen değerlerin üzerinde olduğu ve III. Dönemde ise herhangi sorun teşkil edecek su örneğinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.2'de görüldüğü üzere 2018 yılında 2017 yılına göre yağış azalma olduğu görülmektedir. Yağış miktarının düşmesiyle ve tarımsal olarak su kullanımının artmasıyla beraber kuyulardan daha fazla su pompalanmasıyla birlikte suların tuzluluk düzeylerinde ve sülfat miktarlarında artış olduğu gözlenmektedir.

Yöre sularının sulama suyu olarak kullanılmasının sürdürülebilirliği ve sulama sularının başta ağır metaller olmak üzere her türlü kirlilikten korunması için; sulama suyu kaynaklarının evsel ve endüstriyel atıklar olmak üzere her türlü kirlilikten korunması büyük önem teşkil etmektedir. Sulama suyu kaynakları zaman zaman analiz yapılarak sulama suyu kalite parametreleri incelenerek değerlendirilmelidir.

Yörede sulama suyu kalitesi bakımından en problemlili mevkii Kapıkargın'dır. Kapıkargın mevkiinde problemin yüksek olduğu noktalar 3,4 ve 5 nolu örnekleme noktalarıdır. Bu noktalar birbirine yakın konumlarda yer almakta ve bu bölgede termal su bulunmaktadır. Bu termal sular yeraltı sulama sularını da etkilemektedir. Bu suların sulama suyu olarak kullanılması sakıncalıdır. Kullanılması durumunda bitkilerde gelişim bozuklukları, verim ve kalite kaybı, toprakta tuzlanma ve gözlenebilmektedir. Bu kapsamda Dalaman çayından kapalı boru sistemi ile arazilere ulaşacak olan Dalaman Ovası Sulama Projesinin bir an önce tamamlanması özellikle Kapıkargın mevki arazilerinin tarımsal sulamaya uygun suya kavuşması tarımsal üretimin devamı açısından büyük önem teşkil etmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Al-Zarah A. 2008. Chemistry of Groundwater of Al-Ahsa Oasis Eastern Region Saudi Arabia and Its Predictive Effects on Soil Properties. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11:(3):332 – 341.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir Y. 2007. Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. N.K.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi, 4:(2):219 – 226, Tekirdağ.
- Anonymous, 1980. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater 15<sup>th</sup> Edition. APHA, AWWA, WPCF, American Public Health Association No: 15, Fifteenth Street NW, Washington DC, 20005.
- Anonymous, 1994. FAO, Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage paper, No:29 Rome.
- Anonymous, 2007. www.dsi.gov.tr
- Anonim, 2018. Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi.
- Anonim, 2019. Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı.
- Anonim, 2019. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Dalaman Tarım İşletmesi Müdürlüğü.
- Ayers, R.S. and D.W. Westcot. 1989. Water Quality for agriculture. FAO Irrig. And Drain. Paper No.29. Rome.
- Ayyıldız, M. 1976. Sulama suyu kalitesi ve sulamada Tuzluluk problemleri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 636, Ders Kitabı No: 199 Ankara.
- Ayyıldız, M. 1983. Sulama Suyu kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (ikinci baskı). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 879, Ders Kitabı No: 244, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:1198, Ders Kitabı No:344, Ankara.
- Bear, J. and A.H.D. Cheng. 1999. General introduction. Pages 1-5, in Seawater intrusion in coastal aquifers-concepts, methods and practices (Eds. Bear, J., A. Cheng, S. Sorek, D. Quazar and I. Herrera), Springer; 1 edition (March 31, 1999), pages 640, The Netherlands.
- Christiansen, J. E., Olsen, E. C., Willarson. L. S. 1977. Irrigation Water Quality Evaluation, *J. Irrig and Drain. Div, ASCE*, 103 (IR2): 155-169
- Çakır, R. ve Gidişlioğlu, A. 1997. Düşük kaliteli sulama sularının vertisol toprakların bazı özelliklerine ve ayçiçeği bitkisinin vegetatif gelişmesine etkileri, VI. Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.
- Çelik, M. ve Arıgün, Z. 2001. Yerköy ovası yüzey ve yer altı sularının kalitesi ve kirliliği. I. Çevre ve Jeoloji Sempozyumu, 21-23 Mart 2001, İzmir, s.159-171.
- Demirel, Z. 2004. The history and evaluation of saltwater intrusion into a coastal aquifer in Mersin, Turkey, *Journal of Environmental Management*

- Dişli, Y. 1997. Antalya İli Kale ilçesi Yeraltı Sulama Suyu Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. S. Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Frensenius, W., Quention, K. E., Scheneidler, W. 1988. Water analysis a practical Guide to physico-chemical, chemical and Microbiological water Examination and Quality Assurance. ISBN 3-540-17723-Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Newyork.
- Graham, W.B.R., Pishiria, I.W., Ojo OI. 2006. 'Monitoring of groundwater quality for smallscale irrigation: Case studies in the Southwest Sokoto-Rima Basin, Nigeria' *Agricultural Engineering International the CIGR EJournal* Volume:8.
- Gualbert, H.P.Oude Essink. 2001. Improving fresh groundwater supply-problems and solutions, *Ocean& Coastal Managent* 44(2001) 429-449
- Jones, B.F., Vengosh, A., Rosenthal, A. and Yechieli, Y. 1999. Geochemical investigations. in Seawater intrusion in coastal aquifers concepts, methods and practices (Eds. Bear, J., A. Cheng, S. Sorek, D. Quazar and I. Herrera), Springer; 1 edition, pages 640, The Netherlands.
- Kanber R., Kırdı C., Tekinel O. 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:6, Adana.
- Kara, T. ve M.Apan. 2000. Tuzlu taban suyunun sulamada tekrar kullanımı için bir hesaplama yöntemi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2000, 15(3)62-67, Samsun.
- Kaplan M., Sönmez S., Tokmak S. 1999. Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. Tr. J.
- Kavurmacı, M., Karadavut S., Özcan S, Kurmaç Y., Altaş L., Işık M. 2008. Aksaray Yüzey Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Su kalitesinin Değerlendirilmesi. *Blacksea International Enviromental Symposium*, 3:133-146, Giresun.
- Kendirli, B., B. Çakmak ve Z. Gökalp. 2005. "Assessment of Water Quality in Turkey", *Water International*, 30:446-455, (2005).
- Kurunç, A., Yürekli K., Öztürk F. 2005. Effect of Discharge Fluctuation on Water Quality Variables from the Yeşilırmak River. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2005, 11:(2):189 – 195.
- Konukçu, F. 1992. Tuzlu Suların Sulama Suyu Olarak Kullanılabilme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Tekirdağ.
- Kukul, Y.S. 2000. Gümüldür Yöresinde Sulamada Kullanılan Yer altı Sularının Tuzluluk Durumu ve Tuzlanmanın Toprak ve Turunçgil Bitkisi Üzerine Etkileri. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İzmir.
- Maltaş, A.Ş., ve Kaplan, M. 2018. Effect of different amounts of acid application in fertigation on calcerous soil ph. *Journal of plant nutrition*, 41:(4):520-525.



- Martinez-Beltran J., Manzur C.L. 2005. Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem. *Proceedings of the international salinity forum, Riverside, California, April 2005*, 311–313.
- Mass, E.V. 1990. Crop salt tolerance. *Agricultural Salinity Assessment and Management ASCE*, New York. pp. 262 – 304.
- Mhlanga, B.F.N., Ndlovu, L.S., Senjanze, A. 2006. Impacts of irrigation return flows on the quality of receiving waters. A case of sugarcane irrigated fields at the Royal Swaziland sugar Corporation (RSSC) in the Mbuluzi River Basin (Swaziland). *Physics and Chemistry of the Earth* 31:804 – 813.
- Munsuz, N., Ünver, D. 1995. Su Kalitesi. A.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümü Ders Kitabı:403 Yayın No:1389, Ankara.
- Ödemiş, B. ve S. Bozkurt. 2007. Amik Ovası yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının sürdürülebilirliği, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Yaşam Çevre Teknoloji Sektörünü, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, s.422-428, 24-27 Ekim – İzmir.
- Özkaldı, A., Boz, B., ve Yazıcı, V. 2004. Gap'ta drenaj sorunları ve çözüm önerileri Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu- DSİ Genel Müdürlüğü, 2004, 96-106 Ankara.
- Parlak, M. Ve Parlak, Özaslan, A. 2006. Tarım Bilimleri Dergisi 2006, 12:(1):8-13 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Schofield, C. S. 1935. The salinity of Irrigation Water, Smithsonian Inst. Annual Report Vd. 1935, 1936: 275-287.
- Seckler, D. 1996. The New Era of Water Resources Management: From “Dry” to “Wet” Water Savings. IIMI Research Report 1,17p., Sri Lanka.
- Sönmez, S.A. ve Kaplan, M. 1996. Kumluca ve Finike Yörelere Sera Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi. Ak. Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 9, Sayı: 1, Antalya.
- Sönmez, İ., Sönmez, S. ve Kaplan, M. 2004 “Antalya yöresi Kuyu Sularının Tuzluluk Durumlarının belirlenmesi ve Çözüm Önerileri”. I. Yer altı suları Ulusal sempozyumu 245-252, Konya.
- Sönmez, İ., Kaplan, M. 2004 “Demre Yöresi Seralarında Toprak ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin Belirlenmesi”. Ak. Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:7:(2), Sayı:155-160.
- Üras, D.S. ve Sönmez, S. 2010 “ Tarım Alanlarında Tuzluluk Oluşumu ve Bitkiler İle çevre Üzerine Etkileri” Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; Özel sayı: 5. Ulusal besleme Ve Gübre Kongresi Bildirileri, 653-658, İzmir.
- Varol, F., Bellitürk, K., Sağlam, T. 2005. Tekirdağ ili sularının Özellikleri. Tarım Bilimleri Dergisi 2005:11:(4).
- Yıldırım, M. ve Çakmak, B. 1999. Sulama ve Çevre Kirliliği. 7.Kültürteknik Kongresi, s.253-259, Nevşehir.
- Yıldıztekin, M. 2007. Muğla Karabağlar Yöresi Kuyu Sularının Sulama Suyu Kalitesi Yönünden Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Yurtseven, E. 1997. Ülkemiz nehir su kaynaklarının kalite değerdendirmesi. VI. Ulusal Kùltürteknik Kongresi Bildirileri, 5-8 Haziran 1997, s.453-459, Kirazlıyayla, Bursa.
- Zengin, M., Karakaplan, S., Ersoy, D. 2002. Beyşehir Gölü ve Çumra Ovası Sulamasında Kullanılan Diğer Sulama Suları Kalitesinin Belirlenmesi. S.Ü Ziraat Fak. Dergisi 16:(29):72 – 78, Konya.



## ÖZGEÇMİŞ

**RESUL ALTIN**

[resulaltin@hotmail.com](mailto:resulaltin@hotmail.com)



### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

|                            |                                                                                                            |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yüksek Lisans<br>2016-2019 | Akdeniz Üniversitesi<br>Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki<br>Besleme Ana Bilim Dalı, Antalya |
| Lisans<br>2012-2016        | Akdeniz Üniversitesi<br>Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme<br>Bölümü, Antalya                |